2. Stück

Unvollendet geblieben; letzte Lieferung IV.

endet mit Seite 640.

ARTILLERIE-SCHULE.

Lehrbuch

der gesammten

Artillerie-Wissenschaft

von

Johann Bastien,
k. k. Hauptmann, vormals Professor an der k. k. Artillerie-Akademie.

Lieferung I. – IV

Mit zahlreichen Holzschnitten im Text und 1 xylog. Tafel.

B. Armee-Bibliothek

PRAG.
Carl Bellmann's Verlag.
1865.

8°

App. mil. 223 £ (1-4

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Wehrkreis-
bücherei VII
München

Altbestand 59169

2. Stück.
N
Bast
B. Armee-Bibliothek
A. A. 36465
Bayerische Staatsbibliothek München

Einleitung.

Bevor wir zur Eigenthümlichkeit des jetzt bestehenden Artillerie-Materials übergehen, wollen wir einen Rückblick in die Vergangenheit der Artillerie machen, um einige Momente derselben zu skizziren, welche das succesive Fortschreiten der Waffe charakterisiren, und uns so einleitend in das gegenwärtige System einführen.

Die Artillerie hat während ihres nahe 500jährigen Bestehens mehrere durch einen mächtigen Fortschritts-Impuls hervorragende Momente, und man kann besonders die Mitte des 17., die zweite Hälfte des 18. und den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts für die Artilleriewaffe als fruchtbar theils in technischer, theils in taktischer Beziehung bezeichnen.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts verdankte die Artillerie dem aufopfernden Streben und der weisen Einsicht des um sie und den Staat hochverdienten k. k. Feld-Marschalls Fürsten Wenzel Liechtenstein, — dem erhabenen Organisator, oder richtiger Schöpfer dieser wichtigen Waffengattung, der in den letzten Decennien dieses Jahrhundertes (1740—1770) ihr Leiter war, und sich der ihr verliehenen Ausbildung und Kampftüchtigkeit wegen in derselben unsterblich machte, ihren für jene Zeit grossartigen Fortschritt.

Sein Scharfblick erkannte die Mängel dieser Waffe mit Raschheit, er behob sie nach Kräften, bekämpfte den Zunftgeist und machte aus Konstablern Artilleristen. Durch die durchgreifende Verbesserung des Materials und die allgemeine geistige Belebung der Waffe hob Fürst Liechtenstein dieselbe auf eine in der damaligen Zeit kaum geahnte Stufe, und sicherte ihr Ruhm, und Superiorität auf viele künftige Jahre.

Derselbe stellte ein Geschützsystem auf (1753), welches, da es während 100 Jahren im Grossen und Ganzen keine durchgreifende Veränderung erlitt und sich während der in dem genannten Zeitraume geführten Kriege gegen Preussen, die Republik und das Kaiserreich von Frankreich vortrefflich bewährte, wohl das beste Zeugniss abgibt, wie tief durchdacht dasselbe war.

Vorzüglich die gegen Frankreich geführten Feldzüge bewährten die für die damaligen Anforderungen der Taktik entsprechende und praktische Brauchbarkeit des österreichischen Artillerie-Systems.

Diese 25jährige Kriegsperiode gewährte jedoch auch gleichzeitig Erfahrungen, die in der Folge zu wesentlichen Verbesserungen des gesammten Artillerie-Materials führten.

Ga/69/153

Von dieser Zeit an waren die Bemühungen, Vorschläge und Projekte von höheren Offizieren, die meist der Waffe angehörten, von sonstigen Fachmännern und selbst von Laien eine fortgesetzte Quelle und Anregung zur Vervollkommnung der Artillerie in technischer, — personell-scientivischer und organisatorischer Richtung.

Die fortschreitende technische Ausbildung der Folgezeit, die Fortschritte anderer Artillerien in jeder Beziehung, — sowie die erhöhten Anforderungen der Taktik, zwangen aber auch die österreichische Artillerie gebieterisch zu einer fortgesetzten Verbesserung ihres Materials, und so sind die fortdauernden Bemühungen nach dieser Richtung, dieserwegen niedergesetzte Kommissionen und Versuche eine weitere Quelle von wesentlichen, ununterbrochen fortschreitenden Verbesserungen des gesammten Artillerie-Materials gewesen. —

Wenn auch die enge gesteckten Grenzen des vorliegenden Werkes nicht gestatten, eine eingehende Besprechung der seit den französischen Kriegen durchgeführten Versuche und Verbesserungen hier niederzuschreiben, so wollen wir doch in einer Skizze die wesentlicheren dieser Bemühungen und die Erfolge der, dieserwegen niedergesetzten Kommissionen hier in Kürze erwähnen, um hiedurch zu zeigen, dass in der k. k. Artillerie stets das rege Streben herrschte, die Waffe mit den Fortschritten der Technik auch auf eine immer höhere Stufe der Vollkommenheit zu heben und den jeweiligen Anforderungen der Taktik gemäss einzurichten. So wurden:

1817 die Laffetirung und die Fuhrwerke mit besonderer Rücksicht auf die Vereinfachung und Solidität des Materials geprüft; und darauf bezugnehmende Verbesserungen vorgeschlagen. —

Bei allen Laffetenwänden blieb der untere Bug hinweg, um diese durch das Durchschneiden der Holzjahre nicht zu schwächen. Die Beschlägstheile derselben wurden theils verstärkt, theils vereinfacht, und zweckmässiger angebracht. Die bei der siebenpfündigen Haubitzlaffete zur Befestigung der hinteren Schildpfannenarme dienenden Zugbänder wurden durch aufrechte Wandbolzen ersetzt.

Die mehrerlei Gattungen der Schraubenspindeln und deren Muttern, wurden bezüglich ihrer nach verschiedenen Dimensionen geschnittenen Gewinde auf ein Minimum reducirt.

Die Achsen aller Geschütze und Fuhrwerke wurden statt des Achsbleches mit Achslegeisen versehen und die Mittelstöcke der Achsen unten abgerundet.

Bei den Laffeten- und Protzrädern wurde die Speichenstürzung ohne Beeinträchtigung der bestehenden Geleisweite um resp. 1 Zoll und ½ Zoll vermindert, und eine Vorrichtung angegeben, wodurch dem gefahrbringenden Ausspringen der Lehnnägel vorgebeugt werden sollte.

Die Munitionskästen aller Protzen wurden mit einem doppelten Boden versehen, und ihre Deckel des Wasserablaufes wegen, höher gewölbt und mit Sturzblech überzogen.

Endlich wurden an den Munitionsfuhrwerken mehrere deren Ausdauer bezweckende Abänderungen vorgenommen; ihre Deckel mehr gewölbt, und die Deckelstangen erhielten eiserne Stützen.

Die Feldschmieden wurden statt des gewöhnlichen, mit einem Blasbalge von ununterbrochenem Windstrome ausgerüstet.

Weiters wurden in diesem Jahre neue Muster aller Laffeten, Protzen und Fuhrwerke erzeugt, um die Willkürlichkeiten und Abweichungen in den Erzeugungen, welche sich im Laufe der verflossenen Kriegsepoche eingeschlichen hatten, zu beseitigen.

1823 kamen Veränderungen an der Konstruktion der Geschützrohre, mit besonderer Rücksicht auf Spielraum, Bohrungsdurchmesser, Stossbodenform und die Proportionirung der Visirreife zur Ausführung.

1824 erflossen Bestimmungen für die Neuerzeugung hoher Wall-Laffeten.

1826 fanden Versuche mit einer neuartigen Kavallerie-Richtmaschine nach den Angaben des damaligeu Schlossermeisters Wetzl des bestandenen Feld-Zeugamtes statt; diese Versuche fanden 1831 mit der Einführung dieser Richtmaschine für Kavallerie-Geschützlaffeten ihren Abschluss.

1826 (und **1828**) wurden gleichzeitig mit dem noch gegenwärtig bestehenden 60pf. Steinmörser, drei andere von verschiedener Einrichtung versucht, jedoch nicht zur Einführung angetragen.

Zwei davon hatten cylindrische Kammern, deren eine 3, die andere $4^1/_2$ Pfund Pulver aufnehmen konnten, der dritte unterschied sich von dem gegenwärtig bestehenden Steinmörser nur durch seine, jener der Bombenmörser ähnliche Wölbung,

In diesem Jahre fanden Versuche bei Pesth über die vorkommenden Distanz- und Seitenabweichungen, sowie die rasirenden Weiten beim Feldgeschütze statt; ferner ausgedehnte Versuche zu Wien und Pesth, um zu beweisen, dass das Geschoss das Rohr vor dem Beginne des Rücklaufes verlässt, sowie, dass das Bücken vorgewichtiger Rohre ohne Einfluss auf die Schussrichtigkeit ist.

Zu dem ersteren Versuche wurden die Rohre an den Henkeln frei aufgehängt.

1827 geschahen zu Pesth vergleichende Versuche mit eisernen 24pfündigen Kanonen, von 15 Kaliber Länge und einer Stärke am Bodenstücke von $1^9/_{32}$ Kal. nach Congreve, mit solchen von beinahe gleicher Einrichtung, nach einem früheren Entwurfe des k. k. Artillerie-Generals Gillet und mit 24-Pfündern von gleicher Länge, jedoch um 2″ geringerer Stärke des Bodenstückes. Bei diesen Geschützen ergaben sich bei allen angewendeten Ladungen, für jede derselben sehr nahe übereinstimmende Schussweiten, so dass die Meinung Congreve's in Bezug auf den grösseren Trieb verstärkter Rohre, durch diesen Versuch wiederlegt wurde.

Kanonenrohre mit bedeutend verstärktem Bodenstücke sollten nach der Angabe des englischen Obersten Congreve, ausser dem Vortheile, tiefer in die Scharte zu reichen, auch den einer grösseren Triebkraft gewähren.

In diesem Jahre wurden (zur Erzielung grösserer Wurfweiten aus Haubitzen) zu Pesth 7- und 10pf. Haubitzrohre von zweierlei Konstruktion versucht.

Die eine Art mit cylindrischer, für grössere als die eingeführten Ladungen eingerichteter, und durch eine konische Wölbung mit dem Fluge verbundener Kammer; bei denen der andern Art bildeten Kammer und Wölbung zusammen einen Kegel.

Die Granaten wurden bei den versuchten Haubitzen ohne Spiegel geladen, für die langen Haubitzen jedoch im Spiegel eingesetzt; auch die kleineren Patronen konnten in den letzteren Haubitzen ohne Anstand eingeführt

werden, indem sie, ohne sich zu wenden, über die Wölbung in die Kammer gleiten.

Die versuchten Haubitzen wurden nicht zur Einführung angetragen, weil man sich von der Unsicherheit ihre Würfe, bei nicht viel grösseren Wurfweiten, als jene der gewöhnlichen Haubitzen überzeugte, und sie auch ihre Laffeten bald zu Grunde richteten.

Endlich wurden in diesem Jahre nach den vom Freiherrn von Vega, k. k. Artill. Oberstlt., angegebenen Abmessungen, zwei 60pf. weittreibende Mörser gegossen und nächst Pesth Versuchen unterzogen.

Die Hauptmasse dieser Mörser waren folgende: Durchmesser des Flugs 11″ 5‴ 6^{IV}, unterer Durchmesser der Kammer 4″, Länge der Bohrung 31″, der Kammer bis zur Berührungsebene der Bombe 8″ 6‴, ganze Länge des Mörsers 38″. Die volle Kammerladung betrug 10 Pfd., das Gewicht des Rohres 2270, das der Schleife 2600 Pfd.

Die grösste Wurfweite dieser Mörser war 1790 Klftr., daher nur 290 Klftr. grösser, als die des 30pf. weittreibenden Mörsers. Dieser geringe Ueberschuss des Ertrags des 60pf. Mörsers, und seine Schwerfälligkeit verhinderten dessen Annahme.

1828 kam die neue Schraubentransportirprotze zur Einführung.

Weiters fanden Versuche mit eisernen Achsen (1828—1840), die Prüfung mehrerer in Vorschlag gebrachter Munitions-Fuhrwerke; (1828 —1850) u. s. f. statt.

Unter lezterer auch jene eines englichen Munitionskarrens, welcher statt der Packpferde für Kavallerie-Batterien proponirt, jedoch von der zur Beurtheilung berufenen Kommission für den beabsichtigten Zweck als nicht geeignet erkannt wurde.

Ein 1828 versuchter Blasbalg à la force für Feldschmieden wurde seiner geringen Vortheile und häufig nothwendigen Reparaturen wegen nicht angenommen.

Ferner wurden alle in Kalibertheilen angegebenen Dimensionen im Wienermasse ausgedrückt; — auch wurde bestimmt, dass in Zukunft alle Konstruktionstafeln zu lithographiren kommen.

Schliesslich traten in Folge von Vorschlägen zur Verbesserung der Laffeten und Protzen mehrfache Veränderungen ein.

Die Laffeten wurden von nun an ohne Bug, unten gerade geschnitten; — die Kavallerie-Geschütze erhielten eine neue Richtmaschine; — die Längen der Stirn-, Mittel- und Protzriegel und die davon abhängige Zwischenweite der Laffetenwände wurden derart festgesetzt, dass die eingelegten Geschützrohre zwischen ihren Angüssen und den Schildpfannen 1‴, und wenn man das Rohr nach Beseitigung der Richtmaschine ganz in die Laffete einfallen lässt, zwischen dem Durchmesser des hinteren Visirreifes und den Wänden im Ganzen 6‴ Spielraum haben.

Zur Erleichterung des Aufprotzens, und um das beim Feuern und besonders bei Schleppseil-Bewegungen öfter vorgekommene Verstopfen des Protzloches mit Erde zu hindern, wurde die Form desselben so zu verändern angetragen, dass es aus zwei abgekürzten, mit der kleineren Basis zusammenstossenden Kegeln gebildet, und das so entstandene Loch ausgebüchst wird.

Die Bestimmung, dass die Schliess- und aufrechten Wandbolzen möglichst senkrecht durch die Wände gezogen werden sollen, wurde dahin modificirt, dass die besagten Bolzen nach Thunlichkeit auf jene Laffetenkante senkrecht

gestellt werden sollen, worauf die Schraubenmutter zu liegen kommt, um diese fest anziehen zu können.

Alle Verzierungen an den Beschlägen und Geschützmontirungen, — insbesondere das Laubwerk — wurde als zwecklos und die Arbeit erschwerend abgeschafft.

Ferner kamen die Schliessen für die 3-, dann für die 6- und 7pf. ordinären und Kavallerie-Laffeten ganz gleich, und ebenso für die 10-, 12- und 18pf. Feldlaffeten, bei letzteren jedoch nach einem stärkeren Muster, zu erzeugen. Diese Bestimmung wurde auch auf die Protzdocken, Ladzeug, Avancir- und Retirirhaken, so wie schliesslich auf die gesammten Beschlägstheile ausgedehnt. Weiters wurde festgesetzt, dass die Seitenbleche und das äussere Beschläge (der Holzfäulniss wegen) nicht mehr in das Holz einzulassen, sondern aufzunageln sind.

Zur Schonung des Schleppseiles wurde angetragen, bei allen Feldlaffeten, excl. der 18- nnd 10pf. an der Rückseite des Protzstockes ein Schleppseilöhr, das zugleich zum Einknebeln der Protzkette dienen sollte, anzubringen, so wie es bei den Kavallerie-Geschützlaffeten der Fall ist.

Die bei einem Artillerie-Train bestehenden 8 Rädergattungen wurden auf 4 reducirt.

Der Spielraum sämmtlicher Räder wurde von 2''' auf 1''' und die Länge der Nabe bei den Hinterrädern von 16'' auf 15'' herabgesetzt, welch' letzteres eine Verkürzung der Achse um 2'' zur Folge hatte.

Die vorräthigen Räder wurden umgeändert, und für diese, oder die neuen Räder bei den alten Achsen, Zulegscheiben eingeführt, etc. etc.

Am Schlusse dieses Jahres wurde bei den ord. 6pf. Kanonen die noch jetzt bestehende Einrichtung zum Fortschaffen von 3 Mann auf dem Deckel des Protzkastens ins Leben gerufen, und weiter angeordnet, dass im Laufe d. J. 1829 alle zur ersten Ausrüstung der k. k. Kriegsmacht erforderlichen 6pf. ordinären Geschütze, und bis zum Schlusse d. J. 1831 auch alle übrigen vorräthigen Kanonen dieses Kalibers in fahrende Geschütze umzustalten seien, um ihnen hiedurch den Vortheil einer grösseren Beweglichkeit zuzuwenden, und sie zu befähigen, nicht zu entfernte taktisch wichtige Punkte schneller erreichen zu können.

1829 wurden Veränderungen an dem Protzstocke, den Protzen und Richtmaschinen des Feldgeschützes (Fussgeschützes) vorgenommen.

Damit bei den neu konstruirten Protzlöchern, bei aufgeprotzter Laffete, die Achsen des Protznagels und des Protzloches besser zusammenfallen, wurde die Protzlochmitte an der untern Riegelfläche etwas nach vorwärts gesetzt. Die Fussschämel bei den Laffeten des Kavallerie-Geschützes wurden 1'' breiter gemacht, und um das Abgleiten der Füsse zu verhindern, nach der Länge eingegriefelt.

An den Richtmaschinen der Feldgeschütze wurde der Schusskeil oben und unten gleich dick konstruirt, hinten nicht schief sondern senkrecht abgeschnitten, die obere scharfe Ecke abgerundet, und mehrere Beschlägstheile derselben wurden einfacher gestaltet.

Auch war es dazumal schon ein Gegenstand der Beurtheilung einer Kommission, ob nicht die für das Kavallerie-Geschütz in Vorschlag gebrachte Richtmaschine mit vertikaler Schraubenspindel, jener mit dem Schraubenkeile vorzuziehen sei, und desshalb, sowie der Gleichförmigkeit wegen, auch bei den übrigen Feldgeschützen, Anwendung finden sollte.

Der hierüber abgegebene Kommissions-Beschluss fiel dahin aus, dass die verbesserte Richtmaschine mit dem Schraubenkeile, hinsichtlich ihrer geringen Kosten, noch fortan bei den ordinären Feldlaffeten beizubehalten sei, dass aber ihre Anfertigung mit der grössten Genauigkeit zu geschehen habe.

1831 erhielten die 18- und 10pf. Laffeten Keilrichtmaschinen, auch wurde bei denselben der Radschuh eingeführt.

Weitere Versuche wegen Abschaffung der Packpferde wurden vorgenommen. Endlich ein Antrag zur Einführung 2rädriger Karren, welche von dem damaligen k. k. Artillerie-Major Br. Lenk und Lieutenant Plöchinger entworfen waren, unterlegt.

Die mit der Prüfung betraute Kommission erkannte insbesondere die Konstruktion des Lenk'schen Wagens als ganz zweckentsprechend — jedoch wurde anderweitiger Umstände wegen kein Gebrauch von diesem Projekte gemacht.

1832 wurden Konstruktionsänderungen an den 7pf. kurzen Haubitzrohren, mit Bezug auf die Länge des Rohres, den Durchmesser der beiden Visirreife, die Stellung der Schildzapfenachse und der Henkel vorgenommen, sowie die Verstäbungen beseitigt.

Ferner wurden 7pf. eiserne Haubitzen von gleicher Konstruktion für Festungen gegossen. Schliesslich die Einrichtung der den 6pf. Batterien beigegebenen Haubitzen zum Fahren durchgeführt.

Prüfung mehrerer (10) in Vorschlag gebrachter Munitionsfuhrwerke — worunter besonders jene von Lenk, Plöchinger, Rakka und Rudolf erwähnenswerth.

1833 wurde ein, dem 4stützigen hohen Hebzeuge ähnliches, niederes Hebzeug;

1834 eine Kasemattlaffete für Küsten-Vertheidigungsthürme und ihre Bettungsrahme; und

1836 eine Kasemattlaffete für Komorn eingeführt.

Wurde die 30pf. Granatkanone und die dazu gehörige Laffete sammt Bettungsrahme in die Reihe der Küstengeschütze aufgenommen.

1837 begann die 1. Periode der Versuche mit Granat- und Hohlkugelkartätschen (1837 bis 1848).

Ferner geschahen nächst Wien in d. J. 1837 und 1838 Versuche mit 7pf. Haubitzen von $11^{20}/_{32}$ Kal. Länge, deren cylindrische Kammer durch eine sehr sanft aufsteigende Wölbung an den Flug anschloss.

Die Bohrungsweite der 7pf. langen Haubitze v. J. 1837 war gleich jener der 24pf. Bohrung, und jene der langen Haubitze v. J. 1838 gleich jener der 7pf. kurzen Haubitze. Beide Rohre waren für die 12pf. Laffete eingerichtet.

Die Visirreife der 1837 versuchten langen Haubitze waren für einen Kernwinkel von $1^1/_2{}^0$, welcher bei $1^3/_4$ Pfund Ladung 700 Schritte Metallschussweite gab, jene des Rohrs von 1838 für die Metalldistanz von 500 Schritt durch einen Kernwinkel von 1^0 $8'$ eingerichtet.

Diese langen Haubitzen erkannte man als sehr wirksame Geschütze; sie schossen die Granaten mit einer Richtigkeit, die nur auf den Schussweiten von 800—1000 Schritt geringer war, als die des Feld-6-Pfdrs. mit Kugeln; dabei zeigten sie sich zum Granatenwerfen und Rikoschetiren wenigstens ebenso brauchbar, als die kürzeren Haubitzen, welche sie an Wirksamkeit wegen des Granatenschusses gegen Erdwerke, so wie ihres

Kartätschenschusses mit 76 Stück 6löth. Schroten bedeutend übertrafen. Gleich anwendbar erwiesen sie sich zum Schiessen von Granatkartätschen.

1837 und 1838 geschahen nächst Wien dieserwegen aus langen und kurzen Haubitzen, dann aus Feld-12-Pfdrn. komperative Versuche.

1838 wurden erneuert Veränderungen in der Konstruktion der Geschützrohre mit besonderer Rücksicht auf Spielraum, Stossbodenform, Bohrungsdurchmesser, Hinterwucht, Proportionirung der Visirreife etc. vorgenommen. Ein 30pf. weittreibender Mörser eingeführt.

Der nach Angabe des k. k. Artillerie-Oberstlieutenants Freiherrn von Vega 1794 zu Mannheim gegossene und zuerst an diesem Orte, dann nächst Wien 1816 versuchte 30pf. Mörser mit gomerischer Kammer, diente als Vorbild für die Einrichtung der in diesem Jahre eingeführten 30pf. weittreibenden Mörser; auch die sehr zweckmässige, für diesen zuerst versuchten Mörser gebrauchte Schleife wurde mit wenigen Aenderungen für den weittreibenden Mörser beibehalten, und mit Hinweglassung der metallenen Schildpfannen, und mit andern Verbesserungen auch dem Entwurfe der Mörserschleifen neuer Art zu Grunde gelegt.

In diesem Jahre sind ferner Bestimmungen über die Durchmesser, Gewichte, u. s. w. der Voll- und Hohlgeschosse erflossen.

Weiters wurde die Gattung und Zahl der Haubitzpatronen verändert.

Die Geschütze wurden von da an mit konischen Zündlochkernen verschraubt, und hiezu eine neu konstruirte Verschraubmaschine vom k. k. Artillerie-Lieutenant Thies in Verwendung genommen.

Die seit 1838 zum Verschrauben neuer Rohre und jener verschraubten, bei denen das Herausdrehen des Kernes nicht gelingt, bestimmte Verschraubmaschine nach Thies, zeigte gegenüber der älteren Maschine wesentliche Vortheile u. z.: Genauigkeit der Arbeit, Zeitverkürzung derselben im Verhältniss von 2 : 3, leichtere Lagerung der Maschine, welche auf alle Rohrgattungen vollkommen fest angebracht werden kann, die Möglichkeit des Verschraubens in der Laffete, ohne besondere Lagerung des Rohres, Herabsetzung des Gewichtes der Maschine sammt Zugehör auf die Hälfte des Volumens, und der Verpackungsgefässe auf $^1/_4$ des früheren, grössere Ausdauer im Gebrauche, und Verminderung der Reparatur der Bohrwerkzeuge, an welchen die schneidenden Theile abgenommen werden können. Auch der zum Abreiben des Kernzapfens bestimmte Apparat ist wesentlich verbessert, insbesondere ist die Einrichtung der Ausreibkolben vereinfacht.

Schliesslich kam eine Aenderung der Protze des Kavallerie-Geschützes zur Durchführung, um ihnen eine grössere Lenkbarkeit zuzuwenden (von 34° auf 44° erhöhter Lenkungswinkel). —

An den Schleppseilen der Kavallerie-Geschütze wurde eine 2′ lange Kette nächst dem Knebel angebracht. Versuche zur Vergrösserung des Weggeleises (von 1838—1856).

1839 kam ein Vorschlag zur Begutachtung, Wurstsitze (Laffetenkasten) auf den Laffeten der 6pf. Geschütze, zum Fortbringen von 2 bis 3 Mann, auzubringen. (1. Idee des Projekts-Materials.) —

Obwohl die Angemessenheit dieser Idee an 2 hiezu hergerichteten Geschützen praktisch erprobt wurde, fand dieselbe doch desshalb keinen Anklang, weil sie nur bei den neu zu erzeugenden Laffeten ausführbar gewesen wäre, die Laffetenvorräthe aber damals ihren normalen Stand erreicht hatten. Trotzdem sollte dieses Projekt nach 11 Jahren (1850) erneuert, der Wür-

digung unterzogen werden, und 8 Jahre später (1858) in der Aufstellung der 6- und 12pf. Projektsbatterien ihre Verwirklichung finden.

Weiters wurde eine neue Kasematt-Laffete für 3pf. Geschützrohre eingeführt. Bei 6pf. Batterien die neuen Schleppseile mit 2′ langen Ketten zur Anwendung gebracht.

Ferner fand die Prüfung der in Vorschlag gebrachten Augustin'schen, Bervaldo'schen, Plöchinger'schen und Limpöck'schen Munitions-Wagen statt.

Ausserdem wurde auch der in Baiern eingeführte, dem Zoller'schen Systeme angehörige, gewöhnliche Munitionswagen in den Kreis der Untersuchung einbezogen.

Endlich wurde eine nochmalige Verbesserung der Keilrichtmaschine durchgeführt.

1840 wurde eine neue Batterie-Protze angenommen, deren Lenkungswinkel von 21° auf 33° stieg.

Die Laffetenachsen wurden von nun an von Eisen erzeugt.

Es bestanden hievon 2 Gattungen, — eine leichtere, Nr. 2, für 6- und 7pf., — und eine schwerere, Nr. 3, für 12- und 18pf. Laffeten.

1842 wurde die 3pf. Feld-Kanone abgeschafft; dagegen eine 7pf. lange Haubitze eingeführt.

Die im Jahre 1839 in Vorschlag gebrachten 7 Munitionsfuhrwerke wurden einer nochmaligen eingehenden Prüfung unterzogen, und hienach der entsprechendste (Bervaldo'sche) Wagen, welcher zur Ladung mit Munitions-Verschlägen eingerichtet war, zur Vornahme ausführlicher Versuche empfohlen. Die Versuche mit demselben führten zu weiteren Verbesserungen seiner Einrichtung.

Mit dem so verbesserten Bervaldo'schen und mit zwei inzwischen vom Feldzeugamte entworfenen Munitions-Fuhrwerken wurden nun ausgedehnte Fahrversuche und Prüfungen vorgenommen, welche schliesslich zu einer Kombination der Konstruktion der vorgeschlagenen Munitions-Fuhrwerke führte, die, in den in diesem Jahre eingeführten Batterie- und Reserve-Munitionswägen, ihre Anwendung fand. Weiters fanden Veränderungen im Rädersystem, und an den 18- und 10pf. Protzen statt.

Der Durchmesser der Räder der Feldgeschützprotzen wurde auf 42″ festgesetzt, nur die Protzräder des Kavallerie-Geschützes behielten den Durchmesser von 36″; — schliesslich wurden bei allen Geschützen, die derlei Räder erhielten, eiserne Achsen eingeführt.

1844 wurden die 1- und 3pf. Gebirgskanonen abgeschafft, dagegen 12pf. Gebirgs-Haubitzen eingeführt; — die 10pf. Haubitzen wurden aus der Reihe der Feldgeschütze ausgeschieden. — Weiters wurde ein Material- oder Requisiten-Wagen eingeführt.

Granat- und Hohlkugelkartätschen bei den 12pf. Batterien in Anwendung gebracht; und schliesslich Versuche mit glatten Vertheidigungs-Kanonen nach Wahrendorf's System (von rückwärts zu laden) durchgeführt.

Kurze Zeit hierauf trat die Kriegsepoche der Jahre 1848 und 1849 ein.

Die während derselben gemachten Erfahrungen, der Fortschritt in der taktischen Ausbildung der Truppe, schliesslich die wesentliche Verbesserung der Handfeuerwaffen forderten die Artillerie nach dieser Epoche drängend auf, energisch auf dem Wege der Vervollkommnung ihrer Waffe vorzugehen.

Um auch von hier an nur einige Punkte des weiteren Fortschreitens zu berühren, so sei erwähnt:

1848. Die Einführung der Granat- und Hohlkugelkartätschen bei den 6pf. Batterien, u. z. bei den 7pf. kurzen Haubitzen Granatkartätschen mit einer Tempirung von 600 bis 800 Schritt.

1850. In diesem Jahre erhielt der damalige ausgezeichnete k. k. Artillerie-Oberst Bar. Smola den Auftrag, im Vereine mit Major Plöchinger der technischen Artillerie ein neues Feldgeschützsystem zu entwerfen.

Obschon dieses System, leichter 12pf. Geschütze etc., mannigfache Modifikationen erlitt, so bildet es doch die Grundlage zu dem im kommissionellen Wege im Jahre 1858 aufgestellten neuen Feldgeschütz- — Projekts- — Materiale.

Die Idee, für 12-Pfünder einen 4spännigen Wurstwagen zur Fortbringung von 5 bis 6 Mann zu konstruiren; — und den 6-Pfünder mit einem Wurstsitz zu versehen. ·Entwurf um eine grössere Gleichförmigkeit in der Laffetirung herbeizuführen.

Die Einführung der neuen Geschützaufsätze, von dem damaligen k. k. Artillerie-Hauptmann (gegenwärtig Oberst) Pecher; und eiserner Radbüchsen statt der bis nunzu in Verwendung gewesenen bronzenen. Die Zusammenstellung der Batterien zu 6 Kanonen und 2 Haubitzen.

Erste Epoche der Beschirrung (Blankleder). — Versuche über anzuwendende Schmiermittel.

Erste Organisirung der Artillerie (Einverleibung der Bespannung).

1851. Entwürfe zur Einführung eines neuen Festungs- und Küstengeschütz-Systems. — (Versuche von 1851 und 1856.) Die Abschaffung der Packpferde und Einführung der 2rädrigen Karren, bei Kavallerie-Batterien, nach einem vom bestandenen Feldzeugamte im Jahre 1848 entworfenen Projekte. — Die Einführung von Feldmörser-Batterien.

Zweite Periode der Shrapnelversuche (von 1851 bis 1855):

Hellwig'sche und Splingart'sche Zünder, — Schwefel-Einguss; — später: geringere Eisenstärke, veränderte Zünder, bei Geschossen mit oder ohne Schwefeleinguss.

Fahrversuche über die Anwendbarkeit eines grösseren Weggeleises bei Artillerie-Fuhrwerken; ferner Prüfung derselben bezüglich ihrer Fahrbarkeit, ihrer sonstigen Eigenschaften, und der bei selben anzuwendenden Schmiermittel (von 1851 bis 1856).

1853. Einführung eines neuen Rädersystems.

Nach Ingenieur Philippe. — Erzeugung der Räder durch Maschinen. Beibehaltung der doppelten Zapfenlöcher, — Speichen ohne Kappeln, — Cylinderform der Speichenzapfen, — Verkürzung der Felgendiebel, — Anwendung von Radschrauben statt Radstiften etc.

Allgemeine Einführung des Radschuhes und der Eisketten.

Entwurf von 12pf. Schiesswollbatterien nach der vom k. k. Artillerie-Major Bar. Lenk (gegenwärtigem Gen.-Maj.) beantragten Konstruktion.

Die Laffetirung hiezu war dem preuss. Systeme von 1842 nachgebildet.

1853 und 1854 wurden 5 Batterien nach diesem Systeme ausgerüstet, deren jede aus 6 der 12pf. Kanonen und 2 der 7pf. Haubitzen bestand, welche den Zweck hatten die Schiesswolle und die für dieselbe konstruirten Geschütze und Munitionsfuhrwerke einer praktischen Erprobung durch die

Artillerie-Truppe zu unterziehen. Die Resultate, welche man bei den Schiessübungen dieser Batterien erhielt, waren im Ganzen befriedigend; auch die Konstruktion der Laffeten, Protzen und Munitionsfuhrwerke entsprach den an sie gestellten Anforderungen. Als jedoch im Monate Juli 1855 die einstweilige Auflösung dieser Schiesswollbatterien erfolgte, und deren Materiale kommissionell untersucht wurde, zeigten mehrere Kanonen-Rohre so bedeutende Beschädigungen, dass dieselben als unbrauchbar erklärt werden mussten. Dieses Ergebniss war die Veranlassung, dass von einer weiteren Aufstellung dieser Batterien gänzlich abgegangen wurde.

1854. Die Abschaffung der Wagenschmiere. — Einführung des Schmeeres und der Schmeerbüchsen.

Zweite Organisation der Artillerie (12 Batterien per Regiment).

Verbesserung der Raketengeschütze; — Einführung metallener Richtmaschinen bei denselben, etc.

1855. Dritte Periode der Shrapnelversuche (1855—1858):

Erster Versuch mit Breithaupt'schen Zündern, Schwefeleinguss; — Verbesserter Zünder, Sand- und Gypseinguss; — verminderte Eisenstärke; — Ladungsröhre; — Kolophon-, und Sägespäne-Einguss; — Erprobung verschiedener Ladungsröhren.

1856. Haupt-Schiessversuch mit Röhren-Shrapnels aus Feldgeschützen (messingene Ladungsröhre; — veränderte Zünder).

Versuche mit Röhrenshrapnels beim Batteriegeschütze.

Versuch mit Schiesswollshrapnels bei den Schiesswollgeschützen. — Versuch eines 6-Pfünders von Krupp'schem Gussstahl.

1857. Versuch einer 12pf. Granatkanone von Krupp'schem Gussstahl.

Erste Idee der gezogenen Rohre.

Zweite Epoche der Beschirrung (Alaunleder).

So zweckmässig und umfangreich für den erweiterten Gebrauch und die sonstigen Anforderungen an die Artillerie-Waffe auch die Verbesserungen in derselben bis zu dieser Epoche immerhin gewesen sind; so erkannte man gleichwohl die Nothwendigkeit, das bisherige Material der Feld-Artillerie aufzugeben, und selbes durch ein anderes den dermaligen Anforderungen der Taktik entsprechenderes zu ersetzen.

Sowohl die im früheren erwähnten, in den Feldzügen 1848 und 1849 in Ungarn und in Italien gemachten Erfahrungen, als auch die seitdem fortschreitende Vervollkommnung der Handfeuerwaffen und ihre gesteigerte Tragweite und Treffsicherheit, endlich die durch die vorangegangenen 10 Jahre gewonnenen reichen Erfahrungen forderten es gebieterisch, dass die Feld-Artillerie künftighin gleichfalls mit erhöhter Kraft auftrete.

Dies machte aber nebst einer grösseren Portée ihrer Geschosse, auch eine gesteigerte Wirksamkeit derselben unbedingt nöthig.

Dies erkennend und annehmend, dass diesen Anforderungen nur grössere Kaliber zu entsprechen vermögen, wurde beschlossen, die Feld-Artillerie in der Folge mit denselben auszurüsten.

Gleichzeitig wurde erkannt, dass diesem Bedürfnisse nur dann völlig Genüge geleistet wird, wenn es zugleich möglich ist, dem grösseren Kaliber eine solche Mobilität zu verschaffen, als sie der Feldgebrauch in gewöhnlichen Fällen nothwendig macht.

Diese Bedingung forderte jedoch, wie man bald erkannte, unabweisbar ein gänzliches Aufgeben des bisherigen ungenügend gewordenen Materials.

1858. Die vorangegangenen Bemerkungen enthalten die leitende Idee bei der Konstruktion des Systems der Feld-Artillerie vom Jahre 1858, d. i. des Projekts-Materials. Sie führte nach länger andauernden Versuchen zur Einführung der 12pf. leichten Batterien; während die Einführung der 6pf. Projekts-Batterien unterblieb.

Fortdauernde Versuche wegen der definitiven Einführung des neuen Batterie-Geschützsystems.

Einführung der grösseren Shrapnelgattungen.

Bevor wir zu der für die Artillerie im Allgemeinen so wichtigen Epoche der letzten 5 Jahre übergehen, erscheint es uns am Orte, nicht nur die dem älteren Systeme anklebenden Mängel zu erwähnen, sondern auch den Gang zu skizziren, der zur Aufstellung des sogenannten Projekts-Materials führte.

Als die wesentlichsten Mängel des älteren Systems sind anzusehen:

1. Sah man sich häufig Geschützen von grösserem Kaliber entgegengestellt, weshalb die bei den Truppen eingetheilten 6pf.-Batterien vielfach weder in Rücksicht des Wirkungsbereiches, noch der Treffsicherheit und der Geschosswirkung dem feindlichen Feuer das entsprechende Gegengewicht zu leisten vermochten.

2. Die so gesteigerte Fernwirkung der gegenwärtigen Handfeuerwaffen führt die Nothwendigkeit herbei, das Artilleriefeuer auf grössere Entfernungen und mit ergiebigerem Erfolge zu eröffnen, als es die 6pf. Feldbatterien vermögen. (Dieser Bedingung konnte daher, wie schon erwähnt, nach den früher herrschenden Ansichten und Meinungen, nur ein grösserer Kaliber entsprechen, und es wurde deshalb ein leichtes, möglichst bewegliches 12pf. Geschütz als das Hauptgeschütz der Feld-Artillerie in künftigen Kriegen angenommen, – zumal in dem Shrapnelgeschosse des 12-Pfdrs. ein mächtiges Element zur Bekämpfung der selbst auf grössere Entfernungen stehenden feindlichen Truppen geboten schien.)

3. Hat das Materiale des ältern Systems ungeachtet der vielen Verbesserungen noch immer eine allzugrosse Mannigfaltigkeit in seinen Theilen, und die Manövrirfähigkeit der fahrenden, und Kavallerie-Batterien ist zu beschränkt.

4. Die in den Protz- und Laffetenkasten mitgeführte Munitionsmenge ist zu klein und macht daher die fahrenden 6pf. Batterien allzu abhängig von ihren schwerfälligen Geschützkarren.

5. Die Kavallerie-Geschütze haben in Folge der kleinen Protzräder eine zu geringe Beweglichkeit, dann aus Ursache der geringen Stabilität und Lenkbarkeit zu wenig Sicherung vor dem Umwerfen; endlich ist das grosse Gewicht des gepackten Laffetenkastens beim öfteren Auf- und Abprotzen zu ermüdend für die Bedienungsmannschaft.

6. Die Stabilität der zweirädrigen Kavalleriekarren ist zu klein, und die Zugpferde leiden besonders bei raschen Bewegungen und unebenem Boden zu sehr durch das Schlagen der Deichsel.

7. Die vierspännigen ältern Munitionsfuhrwerke haben ein zu grosses Gewicht, sind sehr wenig lenkbar, und das Flechtwerk derselben schützt die Munition zu wenig vor den Einflüssen der Witterung; die neueren Batterie- und Reserve-Munitionsfuhrwerke, so wie die ältern zweispännigen Reserve-Munitionsfuhrwerke bringen im Verhältnisse zu ihrem Gewichte eine zu geringe Menge von Munition fort, und verlängern allzusehr die Marsch-Colonnen.

8. Das Leistungsvermögen der Feldschmieden ist zu beschränkt, da man mittelst derselben ausser dem Hufbeschlage nur ganz kleine Reparaturen an den Beshclägen der Geschütze nud Fuhrwerke zu bewirken im Stande ist.

Dies waren im Wesentlichsten die Mängel des alten Feld-Artillerie-Materials.

Um nun diese Uebelstände zu beheben, wurden ursprüglich (1850) für die Konstruktion eines neuen Feldgeschütz-Systems folgende Grundzüge aufgestellt. Die Geschützkaliber sollten aus dem 6- und 12pf. Kanonen- und dem 7pf. langen Haubitzrohre des bestehenden Systems, ferner aus einem 7pf. leichten langen Haubitzrohre bestehen. Für diese Geschütze sollten nur zwei Laffeten dienen, u. z.: die eine für das 6pf. Kanonen- und das 7pf. leichte lange Haubitz-, die andere für das 12pf. Kanonen- und 7pf. schwere lange Haubitzrohr.

Dabei sollte ein Laffetenkasten das Aufsitzen von 3 Mann, und im Vereine mit dem Protzkasten, das Fortbringen der erforderlichen Bedienungsmannschaft selbst bei 12pf. Batterien, ohne die Zugfperde durch reitende Kanoniere zu belasten, gestatten.

Eine einzige Protze mit demselben Rade wie bei den Laffeten und Hintergestelle der Fuhrwerke sollte für alle Geschütze und Munitionsfuhrwerke dienen.

Die Geleisweite sollte zur Erreichung einer grösseren Stabilität auf 52″ erhöht werden.

Die Verbindung der Protze mit der Laffete oder mit dem Hintergestelle der Fuhrwerke sollte dem Fahrzeuge die grösstmöglichste Biegsamkeit, ohne die so nachtheiligen Schwankungen der Deichsel, verleihen. Endlich sollten alle Verbesserungen fremder Artillerien an den mechanischen Einrichtungen, bei den Laffeten, Fuhrwerken, Richtmaschinen u. s. w. sorgfältig berücksichtigt werden.

Diesen Grundsätzen entsprechend wurde in den Jahren 1850 und 1851 das neue Feld-Artillerie-Materiale zusammengestellt.

Allein das grosse Gewicht der nach den vorgenannten Grundsätzen konstruirten Projektsgeschütze und Fuhrwerke bestimmte eine im Jahre 1852 zusammengesetze Kommission sich gegen dieselben zu erklären, gleichzeitig aber, die versuchte leichte lange Haubitze, die parallele Stellung der Laffetenwände, die Erhöhung der Radspurweite auf 58″ und die von der Kommission modificirte Verbindungsart der Protze mit der Laffete zu bevorworten.

Die mittlerweile (1853) in Frankreich eingeführte 12pf. Granatkanone des Systems Napoleon veranlasste zu dieser Zeit in Oesterreich die Erzeugung eines leichten 12 pf., 14 Kal. langen Kanonenrohres, von beiläufig 10 Ctr. Gewicht, welches bei den damit vorgenommenen Schiessversuchen bezüglich der Anfangs-Geschwindigkeit und Treffsicherheit so günstige Ergebnisse lieferte, dass man darin die Möglichkeit erblickte, in Folge des zulässigen geringen Totalgewichtes der 12pf. Kanone auch diese als fahrendes Geschütz verwenden zu können. Das Artillerie-Komité erhielt sofort die Aufgabe, unter Verwerthung der über das früher aufgestellte Projektsmateriale von 1852 gesammelten Erfahrungen, sowohl für das 6pf. und das leichte 12pf. Kanonenrohr, wie auch für das leichte und ein mittleres 7pf. langes Haubitzrohr ein geeignetes System der Laffeten und sonstigen Artilleriefahrzeuge zu entwerfen, und die erforderlichen Musterkonstruktionen erzeugen zu lassen.

Die günstigen Lastverhältnisse, welche die gerade in dieser Zeit aufgestellten, nach dem Muster des preussischen Materials v. J. 1842 konstruirten Schiesswollbatterien hatten, veranlassten, dass beim Entwurfe die Einrichtung der Schiesswollgeschütze mit entsprechenden Abänderungen zur Richtschnur genommen wurde.

Die hienach erzeugte leichte 12pf. Batterie wurde nun gegen den Schluss des Jahres 1855 vom Artillerie-Komité nach jeder Richtung einer eindringli-

chen Prüfung unterzogen, was zur Folge hatte, dass man durch vielseitige Anschauung und Vergleichung zu manchen nicht unwesentlichen Aenderungen, jedoch ohne Aufgeben des festgestellten Princips, geleitet wurde. Die Erfahrungen, welche man ferner durch eine längere Verwendung der so geschaffenen Projektsbatterie in der Eintheilung beim 3. Feld-Artillerie-Regimente zu machen Gelegenheit fand, führten schliesslich zur Feststellung der betreffenden Muster, nach welchen auf Allerhöchste Anordnung 6 leichte 12pf. fahrende und eben so viele 6pf. Batterien erzeugt, und verschiedenen Artillerie-Regimentern (1858) zur weiteren Erprobung übergeben wurden.

Dieses projektirte Feldgeschütz-System umfasste viererlei Geschützrohre mit drei Kalibern, und zwar das 6pf. ordinäre und das 12pf. leichte Kanonenrohr, dann ein leichtes und ein mittleres 7pf. langes Haubitzrohr. Das 12pf. Kanonenrohr und das mittlere Haubitzrohr hatten die Bestimmung, an die Stelle der noch bestehenden, sogenannten schweren 12pf. Kanonen und 7pf. langen Haubitzrohre zu treten.

Die leichte Haubitze zählte zum Batterieverbande mit der 6pf., die mittlere zu jenem mit der 12pf. leichten Kanone.

In Folge der Erfahrungen, welche in den Jahren 1858 und 1859 von den mit diesen Batterien ausgerüsteten Artillerie-Regimentern gemacht wurden, erhielt das Materiale des genannten Systems noch einige, die Konstruktion von Nebentheilen betreffende, doch nicht wesentliche Aenderungen.

Die im Monat März 1860 Allerhöchst anbefohlene Reorganisirung der österreichischen Artillerie ertheilte dem projektirten Systeme die Sanktionirung insofern, als jedes Feld-Artillerie-Regiment eine, jedes Reserve-Artillerie-Regiment zwei 12pf. Batterien dieses Systems, unter dem Namen: „leichte 12pf. Batterien," in seinen Stand erhielt, und die projektirten 6pf. Batterien von der Anwendung ausgeschlossen wurden.

Womit die v. J. 1850 bis 1858 dauernden Bestrebungen zur Erschaffung eines entsprechenden Feldgeschütz-Systems mit glatten Rohren ihren Abschluss fanden.

1859. Kaum dass die k. k. Artillerie-Regimenter mit den leichten 12pf. Batterien ausgerüstet waren, sollten die letzteren während des Feldzuges d. J. in Italien auch schon ihre Erprobung im Ernstgebrauche bestehen. Dass dieser Erprobung in allen Kreisen der österreichischen Armee mit grosser Spannung entgegengesehen wurde, ist um so erklärlicher, als man wahrnahm, dass Frankreich mit einer grossen Zahl gezogener Batterien, welche es mit erstaunlicher Raschheit geschaffen, in den Kampf zog. Die Folge lehrte, dass die Bemühungen der österreichischen Artillerie bei der Konstruktion dieses Feldgeschütz-Systems nicht fruchtlos waren, indem sich dasselbe in diesem Feldzuge gut bewährt hatte; doch erkannte man gleichzeitig, dass es ein Gebot der Nothwendigkeit sei, auch bei dem österreichischen Feldgeschütze das Princip der Züge in Anwendung zu bringen.

Wir übergehen nun zu der kurzen Periode der letzten 5 Jahre, v. J. 1859 bis 1864, welche für die Artillerie-Waffe so bedeutungsvoll und ereignissreich geworden ist, wie keine der ihr vorangegangenen. Abgesehen von den neuesten Bestrebungen hat die Artillerie im Allgemeinen die Bahn des Fortschrittes stets langsam und zögernd verfolgt, und wenn es erst dem Genius der modernen Kriegführung gelang, das entscheidungsvolle taktische Element, welches in der ausserordentlichen Gefechtskraft

der Artillerie liegt, zur vollen Geltung zu bringen, so blieb es die Aufgabe der nächstfolgenden Jahre, die technischen Versäumnisse der Vergangenheit in raschem Aufschwunge nachzuholen und die Wirsamkeit der Artillerie zu einer Grösse zu steigern, welche den Werth dieser Waffe in hohem Grade mehrt und befestigt.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass seit dem Jahre 1859 das Artillerie-Material in allen grösseren Armeen wesentlich geändert wurde, in Folge der Initiative, welche ein Jahr vorher die französische Artillerie durch die Einführung gezogener Geschütze ergriffen hatte. Diese in Frankreich mit überraschender Schnelligkeit in Vollzug gesetzte Massregel fand unter der Pression politischer Verhältnisse beinahe allenthalben eine rasche Nachahmung, brachte in die meisten Zweige der Artillerie-Technik eine energische, fortdauernde Thätigkeit, welche sich in der darauf folgenden fünfjährigen Periode, von welcher wir sprechen, bei Fachmännern ebenso wie bei Laien aus den verschiedenartigsten Schichten der staatlichen Gesellschaft äusserte, und wurde hiedurch die Veranlassung zu einer zahlreichen Reihe von Erfindungen, die zwar in vielen Fällen einen praktischen Nutzen nicht gewährten, aber dennoch Zeugniss geben von dem äusserst lebhaften, ja beispiellosen Eifer, welcher in dieser Periode der Vervollkommnung des Geschützwesens gewidmet wurde.

Es entstanden in der Folge nebst den in Frankreich eingeführten gezogenen Kanonen, welche auch Spanien, Russland, Piemont, Dänemark, die Türkei und provisorisch Oesterreich adoptirten, mehrere andere Systeme gezogener Geschütze in England, Preussen, Oesterreich, der Schweiz, Schweden, und überdies eine ganze Fluth in dieses Fach gehöriger Projekte, deren Lebensfähigkeit sich entweder nur auf dem Papier beurkundete, oder nach kurzer Dauer schon auf dem Versuchplatze erlosch.

An den Gebrauch gezogener Geschütze reihen sich naturgemäss andere theils mit dieser Massregel innig verwandte, theils selbstständige Probleme, namentlich die Konstruktion von Geschosszündern, die Erzeugung der Geschützrohre aus einer härteren und festeren Materie, die Verbesserung der Laffetirungen, die Vervollkommnung der Raketenwaffe u. s. w.

Soweit es die uns gesteckten engen Grenzen unserer Einleitung gestatten, wollen wir in Kürze auch noch die Bestrebungen der k. k. Artillerie in den nächstfolgenden 5 Jahren besprechen, welche vorangehend darauf gerichtet waren, das Princip der Züge auf Geschütze anzuwenden.

Durch die Erfahrungen der Kriegsepoche d. J. 1859 in Italien, sowie durch die oben berührten Motive veranlasst, fand sich auch die k. k. Artillerie bewogen, bei dem kaum geschaffenen Feldgeschütz-System, obwohl sich dasselbe wie gesagt in seiner Verwendung in der eben genannten Kriegsepoche gut bewährt hatte, keineswegs stehen zu bleiben, sondern die gewonnenen Erfahrungen zu seiner Vervollkommnung oder theilweisen Umgestaltung möglichst zu benützen, und das System der gezogenen Rohre bei ihrem Feldgeschütz-Materiale ebenfalls in Anwendung zu bringen.

Schon 1856 und 1857 waren in Wien die ersten Schritte zur Ausbildung der Idee für die Konstruktion gezogener Rohre bei den Versuchen mit Krupp'schem Gussstahl-Geschützen geschehen; diese Idee fand im Jahre 1858 eine weitere Fortbildung durch die Versuche, welche mit dem, von dem österreichischen Oberwerkführer Lorenz konstruirten Kompres-

siongeschoss, aus einer 3pf. mit 4 Tangential-Zügen versehenen, bronzenen Gebirgs-Kanone durchgeführt wurden.

Die Resultate der letzteren Versuche waren nicht ungünstig, und führten 1859 zur versuchsweisen Aufstellung von 2 Gebirgs-Batterien, deren Geschütz-Rohre nach diesem Principe gezogen waren, und die mit den erwähnten Kompressionsgeschossen, mit der sonst nöthigen Munition etc. ausgerüstet, für den Gebirgsdienst nach Dalmatien entsendet wurden, nachdem man die Wirkungsfähigkeit der bestehenden 12pf. Gebirgs-Haubitz-Batterien als ungenügend erkannt hatte.

Im Jahre 1859 endlich wurde die Idee gezogener Rohre durch den mächtigen Impuls der letzten Erfahrungen noch mehr herangebildet, und es kamen 6pf. und 12pf. bronzene gezogene Feld-, 12- und 24pf. gezogene Batterie- und 3pf. gezogene Gebirgskanonen zum Versuch.

Gleichzeitig fanden Versuche über die Einführung und Feststellung der für gezogene Geschütze bestimmten Geschosse statt.

Weiters fanden 1859 Versuche mit neuartigen Rotations-Raketen (nach Hale) statt, welche grössere Distanzen, grössere Perkussion und grössere Treffsicherheit versprachen.

In dieses Jahr fällt schliesslich die definitive Einführung des neuen Batteriegeschütz-Systems.

Die grosse Verschiedenheit der Geschützkaliber des älteren Batteriegeschütz-Systems, die daraus hervorgehende Mannigfaltigkeit der Gestelle und Munition haben das neue System von Festungs- und Küstengeschützen hervorgerufen; dessen vorherrschende Grundzüge darin bestehen, bei der Belagerung von Festungen den Vertheidigungsgeschützen der fremden Mächte an Wirkung, Handhabung und rascher Feuerbereitschaft, mindestens ebenbürtige Geschütze entgegen zu stellen, die Wehrhaftigkeit der eigenen befestigten Plätze und namentlich der nur mit ungenügendem Kaliber bewaffnet gewesenen Küsten zu erhöhen, das Materiale ohne Beeinträchtigung der Wirkung zu vereinfachen, endlich an die Stelle der kostspieligen Bronze bei allen Batteriegeschützen das Gusseisen als Rohrmateriale zu setzen.

1860. Versuche mit einem vom k. k. G. M. Bar. Lenk entworfenen Feldgeschütz-System (gezogene, bronzene 3-, 4- und 8pf. Schiesswoll-Kanonen mit Keilbohrung, von vorne zum Laden).

Die erwarteten Vortheile waren: Einfachheit des Systems bei entsprechender Wirkung, grosser Beweglichkeit, begünstigt durch das geringe Gewicht des Rohres und eine günstigere Munitionsausrüstung, als bei dem Systeme gezogener Röhre nach La Hitté.

Versuche mit gezogenen Kanonen nach preussischem System (6-, 12- und 24pfündige Batteriegeschütz-Hinterladungsrohre).

Fortsetzung der Versuche mit gezogenen Rohren österreichischer Konstruktion, nach dem System La Hitté, und der ihnen entsprechenden Munition.

Umänderung des bestehenden altartigen Feldgeschützes (58″ Geleisweite, — Verbindung des Vorder- und Hintergestelles, — Beseitigung des Reibscheides, — Aufprotzhandhaben, — Theilung des Fussschämels beim Kavallerie-Geschütz und höhere Vorderräder bei demselben etc. etc.).

Dritte Organisation der Feld-Artillerie (12 Artiller.-Rgt. zu 10 Batterien, 1 Küsten- und 1. Raketeur-Regiment).

1861. Einführung der 6-, 12- und 24pf. Batteriegeschütze mit eisernen gezogenen Hinterladungs-Kanonen-Rohren (nach preussischem System).

Schiessversuche gegen einen Maxmilianischen Vertheidigungsthurm zu Rothneusiedl nächst Wien. (Zur Erprobung der genannten Hinterladungs-Rohre und ihrer Munition.)

Beabsichtigte Einführung der 3-, 4- und 8pf. Schiesswoll-Geschütze als Gebirgs- und Feldgeschütz. — Aufstellung mehrerer 4pf. Schiesswollbatterien. Verwendung der Schiesswolle zum Adjustiren der Hohlgeschosse.

Weitere Veränderungen im Laffetensystem des Feld- und Batteriegeschützes.

1862. Aufstellung von 30 Schiesswollbatterien des 4- und 8pf. Kalibers, und Hinausgabe derselben an drei Artillerie-Regimenter zum Beschlusse der mit denselben vorzunehmenden Erprobungen.

(Dieselben wurden auch bei den Schiessübungen dieser Regimenter in Verwendung genommen.)

Die Einführung der Schiesswollbatterien sollte in der nachfolgenden Art stattfinden: 8 Feldgeschütze des nämlichen Kalibers formiren eine Feld-, 4 Gebirgsgeschütze eine Gebirgsbatterie.

Die 4pf. Feldgeschütz-Batterien dienen sowohl als Fuss- wie als Kavallerie-Batterien; bei den ersteren wird jedes Geschütz und jeder Batteriewagen mit 4, bei den letzteren mit 6 Pferden bespannt.

Bei den 8pf. Schiesswollbatterien erhält sowohl das Geschütz, als der Batteriewagen 6 Pferde zur Bespannung.

Bei den 3pf. Gebirgsbatterien werden die Rohre, Laffeten, Munition, Requisiten und sonstigen Bedürfnisse auf Tragthieren fortgebracht. —

Dabei hatten die Schiesswollgeschütze die Bestimmung, die früheren Feld- und Gebirgsgeschütze mit glatter Bohrung zu ersetzen.

Wenn schon die Erfolge bei den Schiessversuchen mit diesen Geschützen vollkommen geeignet waren, gerechtes Vertrauen zu deren Vorzüglichkeit zu erwecken, und wenn man durch die höchst gelungenen Resultate dieser Versuche berechtigt war, auf die Bewährung des Schiesswoll-Systems die schönsten Hoffnungen zu setzen; so musste doch, wegen vorgekommenen Anständen bei der Depositirung und Erzeugung der Schiesswolle (Explosion des Pulver-Handdepots im Simmeringer Artillerie-Laboratorium nächst Wien und Entzündung eines Schiesswollstrickes bei der Erzeugung in der Schiesswollfabrik zu Hirtenberg), wohl auch der Erfahrungen wegen, welche aus den Relationen der Artillerie-Truppen über diese Batterien gewonnen wurden, von der definitiven Einführung derselben im Spätherbste d. J. abgegangen werden.

Schiessversuche zu Verona, vorangehend zur Erprobung der gezogenen Hinterlader und ihrer Munition. —

(Demontir-Versuch; — Schiessversuch gegen eine Belagerungs-Batterie; — Schiessversuch gegen das Reduit des Forts Wratislaw; — Schiessversuch gegen eine freistehende Grabenmauer dieses Forts; — Schiessversuch gegen gedeckte Geschützstände; etc.)

Versuche über die Anwendbarkeit der Schiesswolle bei gezogenen gusseisernen Hinterladungs-Geschützen, von Seite des Artillerie-Komité.

Versuche mit dem neuen gezogenen Feldgeschütze (System 1863), welches bei einer geänderten Rohrkonstruktion, mit theilweiser Benützung der übrigen Einrichtungen des Schiesswollsystems, so konstruirt war, dass von demselben bei Anwendung von Pulverladungen eine gesteigerte Treffsicherheit bei sonst sehr günstigen Eigenschaften zu erwarten stand.

1863. Wurde eine Kommmission niedergesetzt, welche endgiltig zu prüfen hatte, ob und in welcher Ausdehnung die Schiesswolle für Kriegszwecke zur Anwendung zu kommen hat.

Versuche zu Pola mit glatten Küsten- und gezogenen Hinterladungs-Geschützen gegen Panzerwände.

Versuche mit Rotations-Raketen.

Die Versuche mit dem neuen Feld-Artillerie-Materiale wurden fortgesetzt.

(3-, 4- und 8-Pfünder mit excentrischen Kreisbogenzügen, im übrigen von ähnlicher Einrichtung und Ausrüstung wie die früher projektirten Schiesswoll-Geschütze; — jedoch für Pulverladungen construirt.)

Hinausgabe von Geschützen des 4- und 8pf. Kalibers dieses Systems an die Artillerie-Truppen zur schliesslichen Erprobung bei den Artillerie-Uebungen.

Endlich Einführung dieses Feldgeschütz-Systems. Vorläufige Ausrüstung von 3 Artillerie-Regimentern mit je 10 Batterien dieses Feld-Artillerie-Materiales und hierauf folgende Ausrüstung sämmtlicher Artillerie-Regimenter (Ende 1863 und im Laufe v. 1864).

Versuche mit Geschosszündern.

Neue Organisation der Artillerie.

(12 Artillerie-Regimenter zu 10 Batterien, — 1 Raketeur- und Gebirgs-Artillerie-Regiment mit 22 Batterien, — und 1 Küsten-Artillerie-Regiment. — Im Uebrigen siehe den folgenden Abschnitt — „Organisation und Ausrüstung der Feld-Artillerie.")

Der Einrichtung des Feldartillerie-Materials vom Jahre 1863 liegt die Tendenz zu Grunde, den Geschützen und Fuhrwerken bei möglichster Einfachheit der Konstruktion und Erzeugung eine den Forderungen der jetzigen Kriegführung entsprechende Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit zu ertheilen, die Geschosswirkung in Bezug auf Tragweite, Treffwahrscheinlichkeit und Intensität bis zu jener Grenze zu steigern, welche sich nach dem gegenwärtigen Standpunkte der technischen Wissenschaften erreichen und für den Feldkrieg überhaupt noch praktisch verwerthen lässt, endlich auch der Artillerie-Waffe durch eine reichliche Ausstattung der Geschütze und Fuhrwerke mit Munition eine den Verhältnissen des Feld-Krieges genügende Ausdauer im Gefechte zu sichern.

In wieferne diese Bedingungen bei dem neuen Feldartillerie-Materiale erfüllt sind, wird die folgende Besprechung lehren. Im Allgemeinen ist noch zu erwähnen, dass die Geschütze dieses Systems sich für den Schuss und Wurf eignen, daher auch ein besonderes Wurfgeschütz für den Feldkrieg entbehrlich machen, dass die Geschütze und Batterie-Munitions-Wägen mit Sitzvorrichtungen für die gesammte Bedienungsmannschaft versehen sind, und dass die zur Aussrüstung der Feld-Batterien dieses Systems dem älteren Material entnommenen Train- und Reserve-Fuhrwerke nur bis zur Erschöpfung der diesfälligen Vorräthe in Gebrauch bleiben, dann aber durch andere der Beschaffenheit des neuen Materials entsprechendere Fuhrwerke ersetzt werden.

Das neue österreichische Feld- und Gebirgs-Artillerie-Material war bezüglich der Rohr-, Laffeten- und Fuhrwerks-Konstruktion, der Munition und Zugehör innerhalb der Frist von 6 Monaten (während des Winters 1862 bis 1863) entworfen, experimentirt und bis zu dem für den Truppengebrauch nöthigen Grade ausgebildet worden. Diese Leistung, sowie den durch dieselbe beanspruchten ausserordentlichen Aufwand an geistiger und physischer

Arbeit wird richtig zu würdigen wissen, wer die vielen mit der Schaffung eines neuen Geschützsystems verbundenen Detailfragen und Probleme, sowie auch die Schwierigkeiten kennt, welche bei Lösung derselben bewältigt werden müssen. Nachdem die Allerhöchste Sanktion dieses Materials im Frühjahre 1863 erfolgt war, genügten weitere 10 Monate, um die zur Ausrüstung von 120 Feld- und 10 Gebirgsbatterien nöthigen Geschütze und Fuhrwerke zu erzeugen, und die Mehrzahl der Batterien mit dem dreifachen normalen Munitionsquantum sammt allem Zugehör zu dotiren.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass auch diese in einem einzigen Punkte der Monarchie erzielte Produktion nur das Resultat rastloser und energischer Anstrengungen sein konnte. Diese kurze Notiz über die Schaffung des neuen österreichischen Feld- und Gebirgs-Artillerie-Materials dürfte nicht überflüssig erscheinen, weil bei einer jeden Leistung auch die Zeit, in welcher sie zu Stande kam, einen hervorragend wichtigen Faktor bildet *).

Die Wirkungsproben, welche das genannte Materiale sowohl auf dem Versuchsplatze bei Wiener-Neustadt, wie auch gelegentlich einiger von den Artillerietruppen ausgeführten Schiessübungen abgelegt hatte, waren sehr befriedigend gewesen. Dessenungeachtet sah man nicht nur in den artilleristischen, sondern auch in den andern Kreisen der österreichischen Armee mit grosser Spannung den Resultaten entgegen, welche die Verwendung der neuen Geschütze im Kriege gegen Dänemark (1864) liefern würde; — indem man von dem gewiss richtigen Gesichtspunkte ausging, dass Kriegswaffen sowie überhaupt alle dem Gebiete der Kriegskunst angehörigen Mittel und Einrichtungen, den einzigen untrüglichen Probirstein ihrer Tüchtigkeit und Zweckmässigkeit nur im Kriege finden. Mag auch bei Friedensübungen und auf Experimentirplätzen Alles geschehen, um ähnliche Umstände und Verhältnisse wie im Kriege herbeizuführen, so liegt es doch ausser dem Kreise der Möglichkeit, die äusserst zahlreichen, den wechselvollen Zufälligkeiten des Krieges entspringenden, der Vorausbestimmung entzogenen Elemente, welche den Gebrauch und die Leistung einer Waffe vor dem Feinde beeinflussen, auf dem Versuchs- und Uebungsplatze zu koncentriren, und hiedurch allen die Tüchtigkeit einer Kriegswaffe bedingenden Faktoren genügend Rechnung zu tragen. Wenn man nun erwägt, dass das österreichische Feldartillerie-Material in der oben erwähnten kurzen Frist geschaffen wurde; dass die Offiziere und Mannschaft der für den Feldzug gegen Dänemark bestimmten Batterien die Geschütze und Munition nur durch eine in sehr beschränktem Massstabe ausgeführte Schiessübung flüchtig kennen gelernt hatten; dass endlich der richtige Gebrauch einer neuen Waffe manchen Schwierigkeiten unterliegt, welche dieselbe auch bei der gelungensten Konstruktion zuweilen in einem unvortheilhaften Lichte erscheinen lassen; wenn man diese wohl nicht günstigen Vorbedingungen mit den Erfolgen vergleicht, welche die österreichische Artillerie mit diesem Feldartillerie-Materiale in dem genannten Feldzuge errungen hat und dieselben mit den Erfahrungen des letzteren und dem Urtheile zusammenhält, welches von Freund und Feind **) über die österreichische Artillerie gefällt wurde, so

*) Wir machen hier den Leser auf die im Eingange des Schlusswortes zusammengestellte Schaffung der k. k. Artillerie seit dem Jahre 1858 aufmerksam.

**) Der die dänischen Truppen bei Veile kommandirende Generallieutenant Hegermann hob in einem an das österreichische Hauptquartier gerichteten Schreiben die ausserordentliche Wirksamkeit der österreichischen Achtpfünder besonders hervor, und bezeichnete den Effekt dieser Geschütze, bei jener kaltblütigen und geschickten

wird man zugeben, dass das neue Feldgeschütz-System sich auch bei seiner ersten Erprobung im Ernstgebrauche glänzend bewährt hat. Im Uebrigen verweisen wir hier auf den Abschnitt — „Wirkungsfähigkeit der Geschütze."

1864. Versuche mit Geschützrohren des grössten Kalibers (100 Pfünder). Projekt einer Pulverprobe vom Oberstl. Uchatius zur Bestimmung der ballistischen und brisanten Wirkung des Pulvers beim Schusse aus Geschützrohren.

Versuche zu Verona mit Rotations-Raketen. Hierauf den 27. Juli d. J. das Schiessen einer Raketen-Batterie mit Rotations-Raketen vor Sr. Majestät dem Kaiser nächst Wiener-Neustadt.

(4pf. Rotations-Raketen mit Spitzhohlgeschossen, Büchsenkartätschen, Brand- und Leuchtballen, und 6pf. Rotations-Raketen mit Spitzhohlgeschossen. Schiessen und Werfen bis auf Distanzen von 2000 Schritt.)

Versuche im Monate Juni und Juli d. J. gegen 2 Wall-Geschütz-Kasematten (gemauerte und gewölbte Geschützstände, — Erddeckung, — Granit- und Eisenpanzer-Bekleidung) nächst Wiener-Neustadt, mit 8pf. Bogenzug-, 12- und 24pf. Hinterladungs- und 48pf. Küsten-Kanonen. (Versuchs-Serie Nr. 15 am 4. Juli d. J. vor Sr. Majestät dem Kaiser.) Auf Grundlage der vom Artillerie-Komité ausgeführten Versuche und hiernach gestellten Anträge wurden bei den 3pf. gezogenen Gebirgs-Geschützen, statt der bestehenden hölzernen, eisenblecherne Laffeten eingeführt.

Schlusswort. Ueberblicken wir die eben besprochene Zeitperiode, so erkennen wir sogleich, dass es vorzugsweise der Zeitraum von 1858 bis 1864 ist, welcher grossartige artilleristische Schaffungen aufzuweisen hat; u. z.:

1858 — Das System der leichten 12-Pfünder (die Auflassung beabsichitgt);
1859 — das neue Batterie-Geschütz-System mit glatten Rohren;
1860 — das System gezogener Rohre nach La Hitté (die Auflassung beabsichtigt);
1861 — das Batterie-Geschütz-System mit gezogenen Hinterladungs-Rohren;
1862 — das Feldgeschütz-Materiale mit gezogenen Schiesswoll-Geschützen nach Lenk (gegenwärtig aufgelassen); — endlich
1863 — das Feldgeschütz-System mit Bogenzug-Geschützen.

Im Hinblick hierauf ist man gewiss berechtigt zu sagen: dass, wenn schon das gegenwärtige Jahrhundert im Allgemeinen reich genannt werden kann an wichtigen Fortschritten und Veränderungen in der Artillerie, die letzte zehnjährige Periode ihre vorangegangenen doch noch weit überflügelt hat.

Die an die Artillerie-Truppen hinausgegebenen gezogenen Feldgeschütze des Systems 1863; — die vorangegangene Einführung des neuen Batteriegeschütz-Systems v. J. 1859; — sowie jene der gezogenen Hinterladungs-Kanonen des Systems 1861, bei der Land- und Marine-Artillerie; — die wesentliche Verbesserung der Munition, mit welcher die vorstehenden Geschütze ausgerüstet sind; — sowie überhaupt die Vervollkommnung des gesammten Materiales der Land- und Marine-Artillerie führen diese Waffe einer neuen glanzvollen Epoche entgegen.

Bedienung welche der österreichischen Artillerie zuerkannt werden muss, als unwiderstehlich.

Form und Beschaffenheit des Artillerie-Materials.

Das gesammte Artillerie-Materiale kann man absondern:

I. In die Geschütze.

II. In den für die Geschütze nöthigen Schiessbedarf, und

III. In die zur Bedienung, Konservirung und Transportirung derselben nöthigen Gegenstände.

I. Die Geschütze.

Diejenigen Kriegsmaschinen, welche die Möglichkeit gewähren, verschiedene Körper (Geschosse) von grösserer Masse als die Projektile der Handfeuerwaffen zur Beschädigung oder Vernichtung feindlicher Objekte in eine angemessene Ferne zu treiben, nennt man Geschütze.

A. Betrachtung des Rohres und des dazu gehörigen Gestelles.

Die Hauptbestandtheile eines jeden Geschützes sind: das Rohr und das Gestelle.

a. Das Rohr und seine Theile.

§. 1. Das Geschützrohr ist unstreitig einer der wichtigsten Bestandtheile des gesammten Artillerie-Materiales, was auch die vorangehende Besprechung desselben begründet.

Die Geschützrohre sind nach ihrer Bestimmung, Konstruktion, Grösse und anderen Eigenschaften wesentlich von einander verschieden; trotzdem ist eine gemeinsame Besprechung der nachfolgend angegebenen 7 Punkte für alle Geschützrohre ermöglicht, ja sogar wünschenswerth.

Nur das Raketengeschütz scheidet sich seiner Eigenthümlichkeit wegen hier aus, und wird in der Folge an geeigneter Stelle erörtert werden.

In den folgenden Abschnitten soll das Geschützrohr in der nachstehenden Ordnung besprochen werden; u. z.:

1. Zweck; —
2. Materie; —
3. Innere und äussere Form; —
4. Sonstige Eigenschaften; —
5. Erzeugung; —
6. Untersuchung; — und
7. Depositirung des Rohres.

1. Zweck des Rohres.

§. 2. Der Zweck des Rohres ist, die Ladung und das Geschoss so aufzunehmen, dass die erstere bei einer möglichst günstigen Entzündung und Verbrennung des Pulvers (des Schiessmittels) die geforderte Wirkung auf das Geschoss ausübe. Diesem Zwecke im weiteren Sinne entsprechend soll das Rohr das Laden der Patrone und des Geschosses, sowie die sonstige Bedienung des Geschützes nicht nur ermöglichen, sondern leicht machen, — die Wirkung der Pulverkraft auf das Geschoss in jeder Weise begünstigen, — und die Gefahr bei der Funktion des Schiessens beseitigen.

Im Uebrigen ist der Zweck des Rohres, wenn Nebenumstände seiner Verwendung ins Auge gefasst werden, ein noch viel ausgebreiteterer; was aus der folgenden Besprechung der Konstruktion des Rohres (seiner inneren und äusseren Form) hervorgeht.

Der Zweck der einzelnen Theile des Rohres wird dem Abschnitte — „Innere und äussere Form des Rohres" — vorbehalten.

2. Materie des Rohres.

§. 3. Hier sollen nur jene Materien besprochen werden, welche eine ausgedehntere Anwendung beim Geschützguss finden; — hieher gehören: Die Geschützbronze, das Eisen, der Gussstahl und einige Metallkompositionen anderer Art.

α. Allgemeine Betrachtung der einzelnen Materien für den Geschützguss.

§. 4. Von dem Geschützmetalle fordert man im Allgemeinen: Kohäsion und Härte, verbunden mit einem gewissen Grade von Elasticität. Die Kohäsion gibt dem Geschützmetalle die Widerstandsfähigkeit gegen die zerreissende, zersprengende Kraft des Pulvers (Schiessmittels), welche, wenn sie auch nur auf 2000 Atmosphären geschätzt wird, für jeden Quadratzoll 27.000 Pfund beträgt. Hiezu gehört aber noch, um die nothwendige Dauerhaftigkeit eines Geschützrohres zu erreichen, eine solche Härte, dass beim Schiessen die Geschosse im Innern der Bohrung nicht leicht Furchen, Gruben und Erweiterungen bilden, und dann überhaupt keine erhebliche Abnützung und Beschädigung der Bohrung durch die sich darin bewegenden Geschosse herbeigeführt werde. Es wäre daher nothwendig, dass das Metall der Geschütze härter wäre, als das der Geschosse; was aber bei den gebräuchlichen Legirungen und bei dem Eisen, wie es für Geschützrohre genommen wird, nicht zutrifft, da die Geschosse, um den Guss derselben nicht zu sehr zu erschweren und die Kosten der

Anschaffung zu erhöhen, in diesem Falle, zumeist aus einer härteren Materie als die Geschütze bestehen.

Diese Härte, wenn auch nicht immer aus der Natur des gewählten Eisens selbst folgend, wird doch durch die rasche Abkühlung, wie sie der Munitionsguss fordert, herbeigeführt.

Geschütz-Bronze steht in dieser Beziehung weit hinter dem Eisen zurück, und nur Stahl entspricht vollkommen. Man muss sich daher bei den ersten Metallen begnügen, die Härte wenigstens in dem Grade zu erhalten, dass die allmälige Erweiterung und Beschädigung der Bohrung so spät als möglich bis zur gänzlichen Unbrauchbarkeit gesteigert werde.

Von den genannten Eigenschaften soll das Geschützmetall, selbst wenn es sehr heiss wird, wie es bei anhaltendem Schiessen der Fall ist, nicht zu viel verlieren.

Das Geschützmetall darf aber ferner mit der erwähnten Härte nicht eine zu grosse Sprödigkeit verbinden, sondern muss einen hinlänglichen Grad von Elasticität haben, um durch die Erschütterungen, denen es durch das mehr stossweise Wirken des entzündeten Pulvers wiederholt ausgesetzt ist, nicht frühzeitig zerstört zu werden. Denn, wenn eine solche Erschütterung auch nur im geringsten Masse die Elasticitätsgrenze des Metalles überschreitet, wodurch die kleinsten Theile nicht mehr ganz in die ursprüngliche Lage zurückzukehren im Stande sind, so wird die Wirksamkeit der folgenden, wenn auch ganz gleichen Erschütterungen, der Elasticität, da dieselbe nun einmal geschwächt ist, auch umsomehr Abbruch thun, je weiter jene Grenze bereits überschritten worden ist. Die Folge davon ist, dass das Metall, wenn es nicht einen überwiegenden Grad von Elasticität hat, endlich nicht mehr Widerstand leisten kann, und dass daher ein Geschützrohr durch eine Ladung zersprengt wird, welche es unter übrigens gleich scheinenden Umständen schon wiederholt ausgehalten hat. Dieser Fall tritt gegenwärtig bei den eingeführten bronzenen und eisernen Geschützen der k. k. Artillerie nicht mehr ein.

In demjenigen Masse, wie es nach dem vorhergehenden zu wünschen wäre, findet man jedoch die angeführten Eigenschaften verbunden mit der, einem Gussmateriale nothwendigen Eigenschaft, schmelzbar zu sein und die Form ohne Blasen und Höhlungen auszufüllen, vollständig weder in einem der verschiedenen Metalle, noch in ihren Legirungen. Unter allen Metallen und bis nunzu erprobten Geschützlegirungen würde das geschmiedete Eisen oder der gehämmerte Gussstahl den obigen Forderungen noch am meisten entsprechen und wäre daher für die Erzeugung der Geschützrohre das tauglichste; — allein die Schwierigkeit, Schmiedeisen oder Stahl in grossen Massen diesem Zwecke entsprechend gut zu bearbeiten, und die Kostspieligkeit der Ausführung hat bisher die Erzeugung von Geschützrohren aus diesen Materien in Oesterreich verhindert, und man verwendet in der k. k. Artillerie bis nunzu blos die zum Geschützguss nächst tauglichen Materien, nämlich die Geschützbronze und das Gusseisen.

Was die Geschützbronze (Legirung von Kupfer und Zinn) betrifft, so ist das Kupfer wohl sehr kohärent und elastisch, doch für sich allein zu weich, und genügt daher nicht den Anforderungen in Bezug der Härte.

Um diese zu vermehren, setzt man demselben Zinn zu; — da jedoch mit diesem Zusatze nicht nur grössere Härte erfolgt, sondern auch Sprödigkeit eintritt, da ferner diese beiden Eigenschaften mit der Grösse dieses

Zusatzes wachsen, so darf man auch mit demselben nur so lange steigen, bis zwischen den zwei einander gegenüber stehenden Nachtheilen, zu geringe Härte oder zu grosse Sprödigkeit, der günstigste Erfolg für den eigentlich beabsichtigten Zweck, Dauerhaftigkeit der Geschützrohre, resultirt.

Zu viel des Zinnes würde nämlich in Bezug der unverändert bleibenden oder doch nur schwer abzunützenden Bohrung eine längere Ausdauer versprechen, aber mehr oder weniger schon frühzeitig die Besorgniss des Zerspringens, in Folge des oben Angeführten erregen; während bei zu wenig Zinn zwar nicht dieser Nachtheil wegen mangelnder Elasticität zu besorgen wäre, wohl aber das Geschützrohr durch Bohrungserweiterung oder Beschädigung bald herabgewürdigt und frühzeitig für den richtigen Schuss unbrauchbar werden würde.

Zusätze eines andern Metalles, wie Zink etc. und selbst Eisen, die man in Oesterreich und auch anderwärts zur Verbesserung des Geschützmetalles versuchte, haben nicht den Vortheil, den man zu erreichen beabsichtigte, gewährt, daher man auch bald wieder davon abgegangen ist.

In Bezug der genannten zwei Metalle hat sich die Erfahrung für 10 G. T. Zinn auf 100 G. T. Kupfer ausgesprochen, welches Verhältniss in Oesterreich genau, in anderen Ländern wenigstens mit geringer Abweichung eingehalten wird.

Nebst den, die Dauerhaftigkeit eines Geschützrohres gegen mechanische Einwirkung bedingenden Eigenschaften der Geschütz-Materie, fordert man auch U n a n g r e i f b a r k e i t d e r s e l b e n d u r c h c h e m i s c h e A g e n t i e n, denen es ausgesetzt ist, nämlich durch feuchte Luft und durch die Produkte der Verbrennung des Pulvers. In ersterer Beziehung genügt die gewählte Legirung, wie aus der Eigenschaft der Zinnkupferlegirung genügend hervorgeht, in letzterer (bei der grossen Verwandtschaft des Kupfers zum Schwefel) jedoch nicht so vollkommen, da diese Legiruug in einigem Grade von dem Schwefelkalium des Pulverrückstandes angegriffen wird, wie es der, aus den Geschützen ausgewaschene Rückstand beweist, indem er, wie die Untersuchung zeigt, Schwefelkupfer enthält. — Bei eisernen Geschützrohren bildet sich bei grosser Erhitzung des Rohres einfach Schwefeleisen, jedoch entspricht Eisen und Stahl in dieser Hinsicht in genügender Weise.

Uebrigens ist bei den vorgenannten Metallen auch d a s a l l g e m e i n e V o r k o m m e n und die W o h l f e i l h e i t zu beachten.

(Die Produkte der Verbrennung der Schiesswolle wirken ebenfalls nicht ungünstig auf die vorgenannten Geschützmaterien ein, so dass dieselben auch bei Anwendung der Schiesswolle als Triebmittel, nach dieser Richtung als entsprechend angesehen werden können.)

Fasst man die oben gemachten Bemerkungen über die Eigenschaften einer guten Geschützmaterie zusammen, so ergibt sich als Forderung an dieselbe:

1. H ä r t e, d. h. die Metalltheilchen sollen schwer verschiebbar sein, um den Geschossanschlägen hinreichend widerstehen zu können;

2. E l a s t i c i t ä t, d. h. wenn die Metalltheilchen durch die Gasspannung oder durch Geschossanschläge verschoben werden, so sollen sie selbst bei grossen Drücken in ihre unsprüngliche Lage zurückkekren;

3. Z ä h i g k e i t, d. h. wenn die Metalltheilchen vielleicht über ihre Elasticitätsgrenze hinaus verschoben werden, so soll nicht sogleich ein Aufheben der Kohäsion eintreten;

4. Festigkeit, d. h. die Kraft, bei welcher das Aufheben der Kohäsion stattfindet, soll sehr gross sein;

5. Keine chemische Verwandtschaft zum Schiesspräparat, d. h. das Geschützrohrmateriale soll von den Verbrennungsprodukten des Schiesspräparates nicht angegriffen werden;

6. Dichte, d. h. die Metalltheilchen sollen möglichst nahe aneinander liegen; endlich

7. Homogenität, damit alle Theile des Rohres gleiche Eigenschaften des Widerstandes besitzen.

Hiezu gesellen sich allgemeines Vorkommen, Wohlfeilheit, leichte Bearbeitung, so wie anderweitige Eigenschaften, welche sich auf die Erzeugung des Rohres beziehen und in der Folge noch näher berührt werden.

β. Geschützbronze (Geschützmetall, Metall, Kupferzinnlegirung).

§. 5. Wie schon oben erwähnt, ist die Geschütz-Bronze eine Legirung von Kupfer und Zinn.

Das Kupfer gehört zu den wichtigsten und verbreitetsten Metallen; es wird theils für sich, theils in Gestalt von Legirungen zu den mannigfachsten Zwecken verwendet. Reines Kupfer ist roth, hat ein specifisches Gewicht von 8·92, zeigt eine bedeutende Härte, Elasticität und grosse Zähigkeit. — Seine Bruchfläche ist glänzend und etwas körnig. Die gewöhnlich im Kupfer vorfindlichen Verunreinigungen ändern die beschriebenen Eigenschaften merklich ab, und beeinträchtigen namentlich dessen Dehnbarkeit. Kupfer schmilzt leichter als Gold, schwieriger als Silber und dehnt sich beim Erstarren aus, wodurch es in der Massa Höhlungen erhält und sich dieserwegen für sich allein weniger zum Gusse eignet.

Das Zinn. Die Hauptmasse des Zinns findet sich als Oxyd im Zinnstein.

Reines Zinn ist bläulich weiss, stark glänzend, weich und dehnbar, das specifische Gewicht ist 7·3, es schmilzt bei 228° C., bei höherer Temperatur wird es spröde und hat im Allgemeinen wenig Festigkeit.

In neuerer Zeit angestellte Versuche über die Legirung von Kupfer und Zinn haben das erwähnte bereits seit längerer Zeit eingeführte Verhältniss von 100 Kupfer zu 10 Zinn, als den Anforderungen am besten entsprechend, wenigstens für Geschütze kleineren Kalibers bestätigt.

Ein 6pf. glattes Kanonenrohr, nach diesem Verhältnisse aus neuem Metalle gegossen, zeigte erst nach 5168 Schüssen (welche während der gewöhnlichen Schiessübungen in Wien aus demselben gemacht wurden, um es nicht durch anhaltendes Feuer Umständen auszusetzen, welche dem Ernstgebrauche nicht entsprechend sind) eine mittlere Bohrungserweiterung von $1^{III}\ 4^{IV}$, erst nach 5404 daraus gemachten Schüssen hatte die Wahrscheinlichkeit des Treffens mit Kugeln so abgenommen, dass eine ausgiebige Wirkung aus demselben nicht mehr zu erwarten war, nach 5612 Schüssen endlich war die Erweiterung bis auf $1^{III}\ 8^{IV}$ gestiegen.

Für die Kanonenrohre grösseren Kalibers ist das ausgesprochene Verhältniss ebenfalls beibehalten worden; da auch in Beziehung auf diese aus Versuchen, welche mit einem 24pf. glatten Kanonenrohre stets unter Anwendung der vollen Ladung, und meistens unter dem Umstande einer grossen Erhitzung des Rohr-Metalles gemacht wurden, genügend hervor-

ging, dass die Ausdauer der bronzenen Batteriekanonenrohre (älteren Systems) in den meisten Fällen die Zahl von 2000 Schüssen beträchtlich übersteige.

Uebrigens ist es gewiss, dass nicht das oben besprochene Legirungs-Verhältniss von Kupfer und Zinn allein, schon ein taugliches Geschützmetall liefere, sondern, dass eine als richtig anerkannte Procedur im Giessen sorgfältigst beobachtet werden müsse, um diesen Zweck zu erreichen.

Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass der Hitzegrad des Metalles, unter dem es gegossen (wozu man aber leider noch immer nicht praktisch anwendbare vollkommen genügende Pyrometer hat), die Zeit, durch welche dasselbe vor dem Gusse im flüssigen Zustande erhalten wird, ferner die Art und Zeit der Abkühlung des in die Formen gegossenen Metalles, ein sorgfältiges Umrühren der Metallmasse gerade vor dem Gusse, vielleicht auch der Umstand, ob eine Geschützform, die erste oder letzte, vollgegossen wird, u. s. w., — von eben so grossem Einflusse sei. Wie aus dem Folgenden weiters ersichtlich werden wird, ist auch die Grösse des Abbrandes während des Schmelzens, die bei jedem der einzelnen Metalle verschieden ist, wohl zu beachten, indem hiedurch das gewählte Verhältniss der Legirung geändert wird.

Die Grösse des Abbrandes wird durch den Gang des Ofens, dessen Konstruktion u. s. w., so wie durch den Umstand bestimmt, ob blos neue Metalle oder viel Bohrspäne zum Giessen genommen werden, ferner in welchem Zeitpunkte die letzteren oder das nothwendige Zinn in den Ofen eingeheizt wird, oder ob Bruchmetall (unbrauchbare oder eroberte Kanonenrohre) u. s. w., die immer einigen Zusatz von fremden Metallen haben, verwendet werden.

Das, was über Legirungen der Metalle im Allgemeinen bekannt ist, gilt auch insbesondere für die hier besprochene Legirung aus Kupfer und Zinn, denn die blosse Betrachtung des Geschützmetalles zeigt deutlich, dass dasselbe entweder als ein Gemenge einer Zinnkupferlegirung mit Kupfer anzusehen, oder aus verschiedenen Zinnkupferlegirungen (einer zinnärmeren und einer zinnreicheren, vielleicht auch aus mehr als zweien) zusammengesetzt sei. Es ist wenigstens erwiesen, dass eine weisse zinnreichere, leicht schmelzbare, harte Legirung von Kupfer und 21% (nach anderen 23%) Zinn, zwischen dem Kupfer oder der anderen zinnärmeren, also schwer flüssigeren und festen Legirung nesterartig, auch aderförmig vertheilt sei; diese erstere, bestimmte Legirung ist diejenige, welche sich besonders an den Stellen zeigt, wo das Erkalten langsam erfolgt, welche ferner das sogenannte Ausbrennen des Zündloches veranlasst, wozu jedoch auch die Verwandtschaft des Schwefels zum Kupfer in der hohen Temperatur des verbrennenden Pulvers und der mechanische Stoss des Zündlochstrahles beitragen mag, und welche bei vorsichtigem Erhitzen des Geschützmetalles ausgeseigert werden kann. — Es kann zwar durch Umrühren der Masse vor dem wirklichen Ausgiessen, wenn die gehörige Dünnflüssigkeit eingetreten ist, die erforderliche Gleichmässigkeit bewirkt werden, sie geht aber in Folge der Verwandtschaft beider Metalle, nach bestimmten Proportionen sich zu verbinden, wieder verloren, und dieses während des Sinkens der Temperatur der ausgegossenen Metallmasse im Augenblicke des Erstarrens.

So wie nämlich eine Flüssigkeit unter ihrem Erstarrungspunkt, oder ein Gemenge aus zwei Flüssigkeiten, welche verschiedene Erstarrungspunkte haben,

unter dem der schwerer schmelzbaren abgekühlt werden kann, sodann aber durch eine Erschütterung und andere dergleichen Umstände das Erstarren derselben schnell bewirkt wird, so mag auch hier das Kupfer oder die schwerer schmelzbare Legirung, wenn einmal die Temperatur tief genug gesunken ist, durch eine geringfügige Ursache schnell und auf einmal in so grosser Menge erstarren, dass die leichtflüssigere, zinnreichere Legirung nesterartig, aber gleichförmig durch die ganze Massa vertheilt bleibt, indem sie, allenthalben von der erstarrten umgeben, nicht mehr ausgepresst und nicht mehr an einzelnen Stellen sich ansammeln kann; oder es drängt die allmälig von aussen nach innen erkaltende und erstarrende, schwerflüssige Massa, indem die Theile einander näher treten, jene leichtflüssige, und presst sie gegen die Mitte, als den zuletzt erstarrenden Theil, oder wenn es möglich ist, nach oben hinaus. Den Beweis für das Gesagte liefert selbst im Kleinen eine in einem Tiegel geschmolzene und erkaltete Bronzemasse; es zeigt sich nämlich nach einer gewissen Zeit beim Umrühren jene mörtelartige Konsistenz in Folge der zuerst erstarrenden Legirung, wie es oben bemerkt wurde; nach dem wirklichen Erstarren aber erscheint eine weisse harte Legirung, die später starr gewordene, in tropfenartiger, kugelförmiger Form oben hinausgedrängt.

Die Bohrungswand des Geschützes gleicht hiedurch der Fläche einer Schleifscheibe, wo Diamantsplitter in Kupfer eingesetzt sind; so wie diese hiedurch dem harten Edelsteine widersteht, so widersteht auch die Wand der Bohrung dem harten, daran reibenden Projektile durch die eingemengte harte Legirung, während das Kupfer, oder die zinnärmere, aber festere Legirung durch seine Zähigkeit dem plötzlichen Stosse der Pulverkraft Widerstand leistet. Je gleichförmiger und feiner diese Vertheilung der harten weissen Masse in dem Kupfer oder in der zinnärmeren Legirung ist, desto weniger ist auch eine Verschiedenheit der Farbe zu bemerken, die sich als eine röthlichweisse im Bruche zeigt, hingegen je gröber diese Mengung ist, desto grössere Zinnflecken und Adern werden sichtbar; diese Ausseigerung der leichtflüssigeren Legirung findet vorzüglich in der Gegend des Mittelstückes, und zwar aus den früher erstarrten, schwächeren Vorsprüngen des Rohres (Henkel, Schildzapfen etc.) statt. Während daher die, nach obigem Legirungsverhältnisse mit den gehörigen Vorsichtsmassregeln gegossenen Geschützrohre eine hinlängliche Kohäsion für die im Gebrauche stehenden Ladungen zeigen, welche zum Tormentiren (Beschiessen) derselben genommen werden, so erscheint doch die Gegend des Mittelstückes dieser Geschützrohre, aus obiger Ursache, als die schwächste, indem nach dem Beschiessen derselben, wenn auch in den seltensten Fällen, nächst dem Mittelstücke mit bewaffnetem Auge feine Risse und Sprünge zu entdecken sind, deren Ursprung nach dem oben Gesagten vorzüglich der ungleichartigen Beschaffenheit der Rohr-Materie an der Begrenzung der obengenannten Nebentheile des Rohres zuzuschreiben sein dürfte. Eine allmälige Herabwürdigung der Kohäsion durch die wiederholten Erschütterungen und daher ein wirkliches Zerspringen der Geschützrohre in einzelne Stücke, wie es bei den eisernen Geschützen älterer Gussperioden und fremder Mächte zuweilen der Fall war, und bei bronzenen Geschützen in vereinzelten Fällen früher auch vorgekommen sein soll, wird wenigstens in der österreichischen Artillerie gegenwärtig bei dem so vervollkommten Gussverfahren niemals beobachtet. Wird durch ausserordentliche Mittel die gewaltsame Zersprengung bronzener Rohre bewirkt,

so zeigt sich unter bedeutender Auftreibung und Ausbauchung, die Trennung des Metalles als Längenriss, und man findet, dass die Bruchlinien mit jenen ersten feinen Rissen nächst dem Mittelstücke zusammentreffen.

Entgegengesetzt hievon zeigte sich das Verhalten eiserner Geschützrohre älterer Gussperioden, welche in einzelnen Fällen wirklich gänzlich zersprungen sind, ohne früher Risse bekommen zu haben. Im Allgemeinen wird jedoch schon hier bemerkt, dass feine Risse besonders nächst dem Kernzapfenloche als Vorläufer der Gefahr des Zerspringens gusseiserner Rohre anzusehen sind, worauf wir im Folgenden eingehend zurückkommen.

Je länger das in die Form gegossene Metall bis zum gänzlichen Erstarren Zeit hat und je vollkommener und gleichförmiger sich die Krystallisation hiedurch auszubilden im Stande war, desto mehr gewinnt dasselbe an Dichte; wenigstens stimmen hiemit die vom Prof. Matzka gemachten Angaben überein, nach welchen die Bronze von Geschützen verschiedenen Kalibers desto mehr an Dichte zeigt, je grösser der Durchmesser der abkühlenden Metallmasse wird.

(So zeigte, nach den erwähnten Angaben, die Bronze

eines	6pf.	Feldkanonen-	Rohres	8·711,
„	7 „	Haubitz-	„	8·799,
„	18 „	Batterie-Kanonen-	„	8·798,
„	30 „	Mörser-	„	8·937 und
„	60 „	„	„	8·974 Dichte.)

Man war früher der Meinung, dass der cylindrische Anguss, der sogenannte verlorene Kopf, welchen das mit dem Kopfe nach aufwärts vertikal gegossene Geschützrohr aufgesetzt erhält, die Dichte des Metalles in den unteren Schichten zu steigern vermöge, wodurch dieselbe in einer Reihe von unten nach oben abnehme; allein nicht nur, dass dieses den Angaben nach Matzka widerspricht (indem die Dichte des Bombenmörsers die der 18pfündigen Batteriekanone, trotz deren längeren verlornen Kopfes übertrifft), so erklärt auch die chemische Analyse die in den verschiedenen Theilen vorfindige Verschiedenheit der Dichte der Legirung für eine Folge des ungleichen Gehaltes derselben.

Ausser dem Umstande, das Erstarren der oberen Metallmasse zu verlängern, und so dem Metalle Zeit zu geben, die Formen recht vollkommen auszufüllen, liefert der verlorene Kopf das zur Ausfüllung der Form nothwenige Metall, wenn sich das darin befindliche Metall beim Erstarren zusammen zieht, wodurch die Entstehung von Blasen und Höhlungen vermieden wird.

Die absolute Festigkeit der Geschützbronze beträgt ungefähr 34000 bis 38000 Pfd. auf 1 Q.″ Querschnittsfläche.

Die Eigenschaften der Geschützbronze beim Gusse werden bei der Erzeugung der Rohre näher besprochen werden.

γ. Das Eisen.

Das Eisen im Allgemeinen und chemisch reines Eisen.

§. 6. Unter den schweren Metallen ist das Eisen unstreitig das wichtigste. Die grossartige, ausgedehnte Verwendung desselben im metallischen Zustande und die mannigfaltige Benutzung vieler seiner Verbindungen geben dem Eisen eine hohe Bedeutung, welche für den Artilleristen noch

gesteigert wird durch die Vielseitigkeit der Verwendung desselben für seine Zwecke.

Schon das Vorkommen des Eisens deutet auf den erheblichen Einfluss desselben auf alle technischen Zweige, und die Wichtigkeit dieses Metalles für die praktische Verwendung hin, denn es findet sich fast überall.

Hier und da treten seine Verbindungen massenhaft auf, sonst trifft man es als Beimengung oder Verunreinigung sehr vieler Mineralien, im Wasser, der Asche der Pflanzen, im Blute der Säugethiere, am spärlichsten gediegen (hauptsächlich im Meteoreisen).

So gross die Quantitäten des metallischen Eisens sind, welche man aus seinen Erzen gewinnt, so selten findet sich darunter reines Eisen, indem theils das Verfahren der Gewinnung, theils die Verunreinigungen der dabei benutzten Mineralien merkliche Quantitäten von fremdartigen Körpern in das Eisen führen, unter denen namentlich Kohlenstoff, Silicium, Phosphor und Schwefel zu erwähnen wären.

Die Darstellung des völlig (chemisch) reinen Eisens ist deshalb mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil das Eisen zu den strengflüssigen Metallen gehört. Eine zusammenhängende reine Eisenmasse erhält man am zweckmässigsten aus feinem Stahldraht (Klaviersaiten), welchen man durch schwaches Glühen an der Luft oberflächlich oxydirt und hierauf in einem Tiegel mit etwas Glaspulver der hohen Temperatur der Sefström'schen Esse aussetzt.

Das entstandene Oxyd des Eisens gibt dann an die verunreinigenden Substanzen den Sauerstoff ab. Kohlenstoff und Schwefel entweichen gasförmig und die entstandene Kiesel- und Phosphorsäure werden vom Glase aufgenommen, unter dessen schmelzender Decke sich dann reines Eisen zu einem weissen, metallischen Kuchen vereinigt.

Chemisch reines Eisen wird auch erhalten, wenn man Feilspäne vom Stabeisen oder feinen Eisendraht mit $\frac{1}{4}$ seines Gewichtes oxydirtem Eisen unter einer Decke von bleifreiem Glase in einem hessischen Tiegel bei dem heftigsten Feuer eines Gebläseofens zusammenschmilzt. Auf diese Art dargestellt, zeigt es bei der Dichte von 7·8 eine grössere Zähigkeit und Weichheit als das gewönliche Stabeisen.

Auch durch Reduktion des Eisenoxydes mittelst darüber geleiteten Wasserstoffgases erhält man schon bei einer die Glühhitze nicht übersteigenden Temperatur reines Eisen in pulveriger Gestalt.

Das in solcher Weise erhaltene Eisen erscheint weiss, hat einen krystallisch körnigen Bruch, ein specifisches Gewicht von 7·8, ist ziemlich hart, sehr dehnbar und zähe.

Diese Eigenschaften bedingen vorzugsweise dessen Verwendung im metallischen Zustande zum Geschützguss, da sie gestatten, dasselbe in bestimmte Formen zu bringen; — während seine Härte gleichzeitig einer raschen Abnützung widersteht und die chemische Beschaffenheit des Metalls auch nur eine allmälige Zerstörung der daraus erzeugten Geschützrohre zulässt.

Die Festigkeit des Eisens übertrifft jene aller anderen Nutzmetalle. Es wird unter allen Metallen am deutlichsten und stärksten vom Magnete angezogen und lässt sich selbst magnetisch machen.

Die erwähnten Eigenschaften desselben erleiden mannigfache, zuweilen erwünschte Abänderungen, wenn es fremde Körper, besonders Kohlenstoff, in verschiedenen Quantitäten enthält.

An der vollkommen trockenen Luft bleibt das Eisen bei der gewöhnlichen Temperatur unverändert, eben so in vollkommen luftleer gekochtem und vor dem Zutritte der Luft geschützem Wasser. Durch gleichzeitige Einwirkung aber von Wasser und Kohlensäure, wie es unter den gewöhnlichen Umständen an der Atmosphäre stattfindet, verwandelt sich das Eisen an der Oberfläche in Eisenrost (es bildet sich Anfangs kohlensaures Eisenoxydul, das allmälig in kohlensaures Eisenoxydhydrat übergeht). Der Rost bei seiner lockeren Beschaffenheit ist nicht im Stande, den Zutritt der Luft von dem darunter liegenden Metalle abzuhalten, daher auch die Oxydation beständig nach innen fortschreitet, und hiedurch die ganze Eisenmasse nach längerer Zeit in Eisenrost verwandelt wird.

Die Oxydation beginnt besonders dort, wo das Eisen mit Luft und Wasser zugleich in Berührung kommt, Schiefer, poröse Stellen u. dgl. rosten immer zuerst, daher man Gewehrläufe, wenn sie die Probe des Beschiessens ausgehalten haben, einige Zeit an feuchte Orte bringt, um die feinsten Sprünge oder Risse durch das daselbst beginnende Rosten zu entdecken.

Das Eisen, so wie es durch die im Grossen üblichen Darstellungsarten erhalten und zu technischen Zwecken verwendet wird, ist nicht als reines Eisen anzusehen. Indessen enthalten die guten Sorten Stabeisen so wenig von fremden Bestandtheilen, dass daran die Egenschaften des reinen Eisens (bis auf geringe Abweichungen) zu erkennen sind. Von bei weitem grösserer Wichtigkeit als reines Eisen oder die sonstigen Verbindungen desselben, sind jene mit ganz kleinen Mengen des Kohlenstoffes, welche die drei Modifikationen bilden, unter welchen das Eisen überhaupt zur technischen Bearbeitung gelangt, das ist: das Roheisen, das Stabeisen und der Stahl.

Das Roheisen (*Gusseisen*).

§. 7. Eigenschaften, Arten und Vorkommen des Roheisens. Das Roheisen unterscheidet sich von dem nachfolgend besprochenen Stabeisen durch seine Sprödigkeit, wornach es sich weder schmieden noch strecken lässt, durch seine grössere Ausdehnbarkeit in der Wärme, durch die leichtere Schmelzbarkeit (indem der Schmelzpunkt desselben von Daniel nahe auf 1100° angegeben wird), ferner durch den Mangel an Schweissbarkeit, durch die mindere Festigkeit und geringere Neigung zum Rosten.

Das Roheisen kommt selbst wieder in verschiedenen Abänderungen vor. Nach der Farbe, womit ein verschiedenes Aussehen des Bruches, so wie auch eine Verschiedenheit der Härte und Sprödigkeit verbunden ist, unterscheidet man vorzüglich zwei Hauptklassen des Roheisens, das weisse und graue, deren jede wieder in mehrere Unterarten zerfällt.

Das weisse Roheisen mit fast silberweisser Farbe, starkem Glanze und spiegelnden Flächen, Spiegeleisen, worin diese Sorte des Roheisens am vollkommensten ausgebildet erscheint, zieht sich mit abnehmendem Glanze bis in die dunklere Farbe der folgenden Klasse des Roheisens und zeigt hiebei auch ein verschiedenes Gefüge.

Blumiges Eisen oder blumige Flossen mit bläulicher oder bläulichgrauer Farbe und strahligfasrigem Gefüge, und das sehr häufig vorkommende grelle oder Weisseisen, dessen weisse Farbe viel Grau eingemischt enthält,

und dessen Bruchfläche kein bestimmtes Gefüge erkennen lässt, sondern dem löcherigen Käse ähnlich ist, sind Abarten dieser Roheisengattung.

Hieher rechnet man auch das luckige Roheisen, die luckigen Flossen, mit bläulich weisser Farbe, und zackigem, sehr porösem Bruche, obwohl es mit gleichem Rechte schon zur folgenden Hauptklasse gezählt werden könnte.

Auf gleiche Weise wechselt auch das graue Roheisen vom dunkelsten Schwarzgrau bis ins Lichtgraue, — übergares oder schwarzes, graues und lichtgraues Roheisen, — und das Gefüge von grobkörnigem bis zum feinschuppigem und fast dichtem. (Je mehr das Körnige des Gefüges zurücktritt, desto heller wird die Farbe.)

Weder zwischen den Haupt- noch Unterabtheilungen des Roheisens besteht eine scharfe Grenze, sondern nur ein allmäliger Uebergang. Oft sogar findet man beide Arten, das weisse und graue, in einem Stücke zusammengemengt, so dass hellere oder dunklere Streifen in der Grundmasse erscheinen, halbirtes Eisen. —

Diese beiden Roheisengattungen, das graue und weisse, unterscheiden sich auch noch in ihren übrigen Eigenschaften. Die Dichte des grauen beträgt nämlich im Mittel 7·0, die des weissen 7·5; das graue hat eine ungleich geringere Härte, als das weisse; je dunkler ersteres ist, desto leichter nimmt es Eindrücke vom Hammer an, und lässt sich mit Meissel, Feile und Bohrer bearbeiten; das weisse Roheisen hingegen ist so hart, dass es Glas schneidet, und der Feile und dem Meissel widersteht; das Spiegeleisen übertrifft hierin selbst den härtesten Stahl.

Man unterscheidet daher auch wegen dieser charakteristischen Verschiedenheit das weisse Roheisen mit dem Namen Hartflossen, doch wird unter Weichflossen nicht das graue Roheisen, sondern das luckige verstanden.

Die absolute Festigkeit des grauen Roheisens ist sehr schwankend gefunden worden. Man kann annehmen, dass, wenn selbe 20000 Pfd. auf den Quadratzoll des Querdurchschnittes beträgt, das Eisen zu den festen Sorten gehört. —Die absolute Festigkeit des direkt aus dem Hochofen bei kaltem Winde erblasenen Roheisens (Mariazeller Flosseneisen) beträgt 24000 bis 24300 Pfd. auf 1 Q.″ Bruchfläche. Diese Festigkeit wird durch Umschmelzen in Flammenöfen älterer Konstruktion auf 28000 bis 30000 Pfd., und durch Umschmelzen in den neuen Flammenöfen auf 30000—36000 Pfd. auf 1 Q.″ Bruchfläche gebracht. — Im Uebrigen verweisen wir auf das in dem Abschnitte — „Erzeugung des Rohres“ — Gesagte.

Ueber die Festigkeit des weissen Roheisens fehlen Versuche; übrigens wird diese Eigenschaft von dem weissen Roheisen auch nicht verlangt. In der Glühhitze verliert das Roheisen so viel von seiner Härte, dass es sich rothglühend mit einer gewöhnlichen Holzsäge zersägen lässt. Das graue Roheisen ist wohl einigermassen schweissbar, doch ist die Ausführung des Schweissens mit so viel Schwierigkeit verknüpft, dass man von dieser Eigenschaft gewöhnlich nicht Gebrauch macht, was um so weniger nothwendig ist, da es sich im geschmolzenen Zustande ungleich zweckmässiger benützen lässt, indem man es in Formen leitet. — Was endlich die Schmelzbarkeit der beiden Roheisenarten anbelangt, so schmilzt das weisse früher, als das graue, wird aber erst in hohen Temperaturen dünnflüssig, und verdickt sich bei abnehmender Temperatur sehr schnell. In Formen gegossen, schwindet das weisse Roheisen stark und wird dabei so spröde, dass Gussstücke zuweilen selbst vor dem gänzlichen Erkalten

springen. Das graue Roheisen schmilzt zwar etwas später, ist aber gleich nach dem Schmelzen dünnflüssiger, dehnt sich beim Festwerden aus, und schwindet weniger, daher es die Formen vollkommener ausfüllt als das weisse. Da diese Gattung des Roheisens überdies die für Gussstücke nothwendige Bearbeitung mit Bohrer, Schneideisen u. s. w. gestattet, so ist sie auch vorzugsweise zu Gusseisen geeignet.

Die Ursache der Verschiedenheit beider Gattungen des Roheisens liegt nicht allein in der Quantität des Kohlenstoffes, die sich in demselben vorfindet, sondern vorzüglich in der verschiedenen Art, in der derselbe darin enthalten ist.

Die Quantität anbelangend, so enthält das weisse mehr Kohlenstoff, als das graue; ersteres zeigt von 5·25 dem grössten Kohlenstoffgehalte im Spiegeleisen, einen abnehmenden Kohlenstoffgehalt von 4·65—3·15. (Nach anderen Angaben zwischen 4·5%—2·5% Kohlenstoff.)

In Bezug der Art, wie der Kohlenstoff im Eisen vorhanden ist, kann derselbe entweder mit dem Eisen wirklich in gleichförmiger chemischer Verbindung stehen, oder nur mechanisch eingemengt sich vorfinden. Ersteres ist beim weissen Roheisen der Fall (der grösste Kohlenstoff-Gehalt des Spiegeleisens von 5·25 entspricht einem Karburet von Fe^4C), im grauen hingegen findet sich der Kohlenstoff in beiden Zuständen vor, so dass von seinem Kohlenstoff-Gehalte 4·65—3·15, nur 3·75—2·57 als chemisch gebundener Antheil vorhanden, der übrige (Graphit) hingegen als mechanisch in diesem Karburete eingemengt ist. (Nebst dem scheint aber auch der Kohlenstoff mit einer geringen Menge Eisen chemisch zu einem Polykarburet verbunden zu sein, das sodann in der übrigen Masse gleichförmig vertheilt ist.)

Beim Schmelzen des grauen Roheisens löset sich der blos beigemengte Kohlenstoff gleichmässig in der geschmolzenen Masse auf, und scheidet sich beim langsamen Erkalten auf gleiche Weise wieder aus. Geschieht aber die Abkühlung plötzlich, so fehlt es zu dieser Absonderung an Zeit, und es bleibt aller vorhandene Kohlenstoff in chemischer Verbindung, das Eisen zeigt sich als weisses von demselben Kohlenstoffgehalte, als das graue war, aus dem es durch Abkühlung entstanden ist; daher kommt es, dass Gusswaaren, welche durch Eingiessen in feuchte oder gut leitende (eiserne) Formen abgeschreckt werden, bis auf eine gewisse Tiefe eine weisse Gusshaut bekommen, und einen Kern von grauem Gusseisen haben, der bei geringen Dimensionen der Gussstücke gänzlich verschwindet. Wird ursprünglich weisses Roheisen (nicht aus grauem entstandenes) bei nicht höherer Hitze, als gerade nothwendig ist, umgeschmolzen, so bleibt es selbst bei langsamer Abkühlung unverändert. Geschieht aber dieses Umschmelzen in sehr hoher Temperatur, so gibt es bei möglichst langsamen Erkalten unter Abscheidung von Graphit graues Roheisen; auch schon bei längerem Glühen unter Ausschluss der Luft findet eine Umsetzung seiner Theilchen statt (wahrscheinlich Bildung eines Polykarburets) und es wird in ein dem weichen Stahle ähnliches Eisen verwandelt. Aus dieser Ursache glüht man Gusswaaren, welche durch das erwähnte Abschrecken weiss geworden sind, unter einer Decke von Schlacke, ausgelaugter Asche, Knochenasche, feuerfestem Thone, gebranntem Kalke, um sie für die Bearbeitung mit Meissel, Bohrer u. s. w. wieder tauglich zu machen. — (Adouciren oder Tempern.)

Hat die Luft während des Schmelzens auf beide Roheisengattungen gewirkt, so wird das graue wohl lichter an Farbe und geschmeidiger, aber nie zu

weissem Roheisen; es nähert sich sodann der Natur des Stabeisens; das weisse hingegen verliert durch die Einwirkung des in viel grösserer Menge sich absetzenden Glühspans auf die darunter befindliche Masse weit schneller seine Roheisennatur und wird stahlartig. Daraus geht auch hervor, dass graues Roheisen nebst der ihm eigenen grösseren Dünnflüssigkeit sich auch deswegen zum Umschmelzen für Gusswaaren besser eignet, weil es weniger Abgang durch Glühspan erleidet und weit weniger durch den Zutritt der Luft verändert wird, als weisses.

Der vorangeführte verschiedenartige Verbindungszustand des Kohlenstoffes in Eisen bedingt auch bei der Behandlung desselben mit Säuren ein verschiedenes Resultat. Derjenige Kohlenstoff nämlich, welcher sich in dem Roheisen nur mechanisch eingemengt vorfindet, wird, während das Eisen sich in Salzsäure unter Entbindung von Wasserstoffgas auflöset, in Form mehr oder minder grosser Graphitblättchen mit metallischem Ansehen und unauflöslich in Säuren und Alkalien zurück bleiben; chemisch gebundener Kohlenstoff hingegen, so wie er in dem Karburete des Eisens enthalten ist, nimmt Antheil an dem chemischen Processe, und entweicht als Kohlenwasserstoffgas; sowie Schwefel aus Schwefeleisen als Schwefelwasserstoffgas (von der gleichzeitig entstehenden ternären Verbindung, einem flüchtigen Oele, rührt der üble Geruch jenes Kohlenwasserstoffgases her).

Die endlich als Polykarburet vorhandene Verbindung wird zwar Anfangs als eine graphitähnliche Substanz ausgeschieden, sie erweiset sich jedoch dem Magnete folgsam, verbrennt mit Hinterlassung von rothem Eisenoxyde, verwandelt sich aber bei längerer Einwirkung der Säure in eine schwarzbraune, dem Magnete nicht mehr folgsame Kohle. Im verdünnten Zustande ist diese Einwirkung der Salzsäure besonders auf das weisse Roheisen äusserst langsam, kräftiger hingegen, wenn sie koncentrirt, und mit Beihilfe von Wärme angewendet wird. Schwefelsäure verhält sich auf ähnliche Art. — Hat man zur Auflösung des Eisens Salpetersäure angewendet, so wird der chemisch gebundene Kohlenstoff des Karburets in ein rothbraunes, sehr entzündliches Pulver umgewandelt, das Sauerstoff und Wasserstoff enthält, und einer organischen Verbindung ähnlich ist, oder er wird in derselben Verbindung von der Säure aufgelöst; denselben Erfolg hat diese Säure auch auf das bei der ersten Einwirkung ausgeschiedene Polykarburet des Eisens.

§. 8. Darstellung des Roheisens. Die Operationen, welche dahin abzielen, aus den Eisenerzen das Metall zu gewinnen, pflegt man in sehr grossem Massstabe durchzuführen. Die Erze, welche diesem Zwecke dienen, sind ausschliesslich Oxyd- oder oxydulhaltige Mineralien. Man unterwirft sie einem reducirenden Schmelzprocesse, wobei das abgeschiedene Eisen Kohlenstoff aufnimmt, und so eine schmelzbare Verbindung liefert, welche als Roh- oder Gusseisen theils unmittelbar verwendet wird, theils nach einem passend eingeleiteten Entkohlungsprocesse oder sonstiger Behandlung, (wobei gleichzeitig andere Verunreinigungen entfernt werden) als weiches dehnbares Stabeisen oder als Stahl zur Anwendung kommt.

Die Eisenerze finden sich selten rein in der Natur. Meistens sind es Gemenge von eigentlichen Eisenverbindungen mit Silikaten oder Kohlensauren Salzen. Die Reichhaltigkeit derselben an Eisen ist für ihre Verwendbarkeit nicht allein massgebend, da gewisse Verunreinigungen, wie namentlich Schwefeleisen, schwefelsaure und phosphorsaure Salze und Arsenverbindungen, indem sie einen bedeutenden Gehalt des Pro-

duktes an Schwefel, Phosphor und Arsen bedingen, die Eigenschaften desselben bis zur Unbrauchbarkeit zu modificiren im Stande sind. Manche Erze enthalten Silikate, welche durch ihre grosse Strengflüssigkeit den Gang der Schmelzoperation stören oder selbe ganz unmöglich machen. Je poröser und lockerer die Erze auftreten, um so leichter erfolgt im Ofen die Reduktion derselben durch die Verbrennungsgase. Dichte, feste Erze erfordern dazu eine sehr hohe Temperatur. Man wird somit unter den Eisenerzen reine und unreine, streng- und leichtflüssige, schwer- und leichtreducirbare, arme und reiche unterscheiden können.

Unter die wichtigeren Eisenerze zählt man: Magneteisenstein und Eisenglanz; beide sind sehr reich, aber dicht und somit schwer reducirbar. Eisenoxydhydrat in seinen verschiedenen Modifikationen, als Brauneisenstein, Rasen- oder Sumpferz u. s. w. liefert weniger Eisen als die beiden obigen Erze, ist jedoch leicht reducirbar, dagegen häufig mit viel phosphorsauren Salzen verunreinigt. Sehr gutes Eisen gibt der Schatheisenstein, aus welchem man in Steiermark ein besonders vorzügliches Produkt gewinnt.

(Den genannten Eisenerzen sind häufig Eisensilikate beigemischt, welche jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielen.)

Bevor überhaupt Erze den eigentlichen hüttenmännischen Behandlungen unterzogen werden, pflegt man sie vorzubereiten, sowohl um sie für die spätere Bearbeitung geeigneter zu machen, als auch um Ersparniss an Brennstoff und dgl. zu erzielen.

Das fremde beigemengte taube Gestein wird sehr oft durch Pochen und Schlämmen von den schwereren Erzen mechanisch abgetrennt, oder man lässt behufs der Auflockerung und einer vorläufigen chemischen Veränderung die Erze an der Luft liegen, unterwirft sie einem Röstprocesse u. s. w. Auch die Eisenerze müssen gehörig vorbereitet zur Verwendung kommen. Meistens lässt man sie, wo es die Umstände gestatten, längere Zeit liegen oder bringt sie in fliessendes Wasser, welches den anhängenden Thon wegschwemmt. Ohne Ausnahme wird hierauf vor dem Schmelzen das Erz geröstet, und dadurch von reichlich anhängendem Wasser befreit, so wie aufgelockert, was der Hauptzweck dieser Vorbereitung ist. Man nimmt sie entweder in niedrigeren Schachtöfen, etwa wie das Brennen des Kalks, oder in den sogenannten Röststadeln, endlich in Haufen vor. Die Röststadeln nehmen zwischen ihren Mauern das mit Kohlen geschichtete Erz auf. Die langsame allmälige Verbrennung reicht für die beabsichtigte Vorbereitung desselben aus.

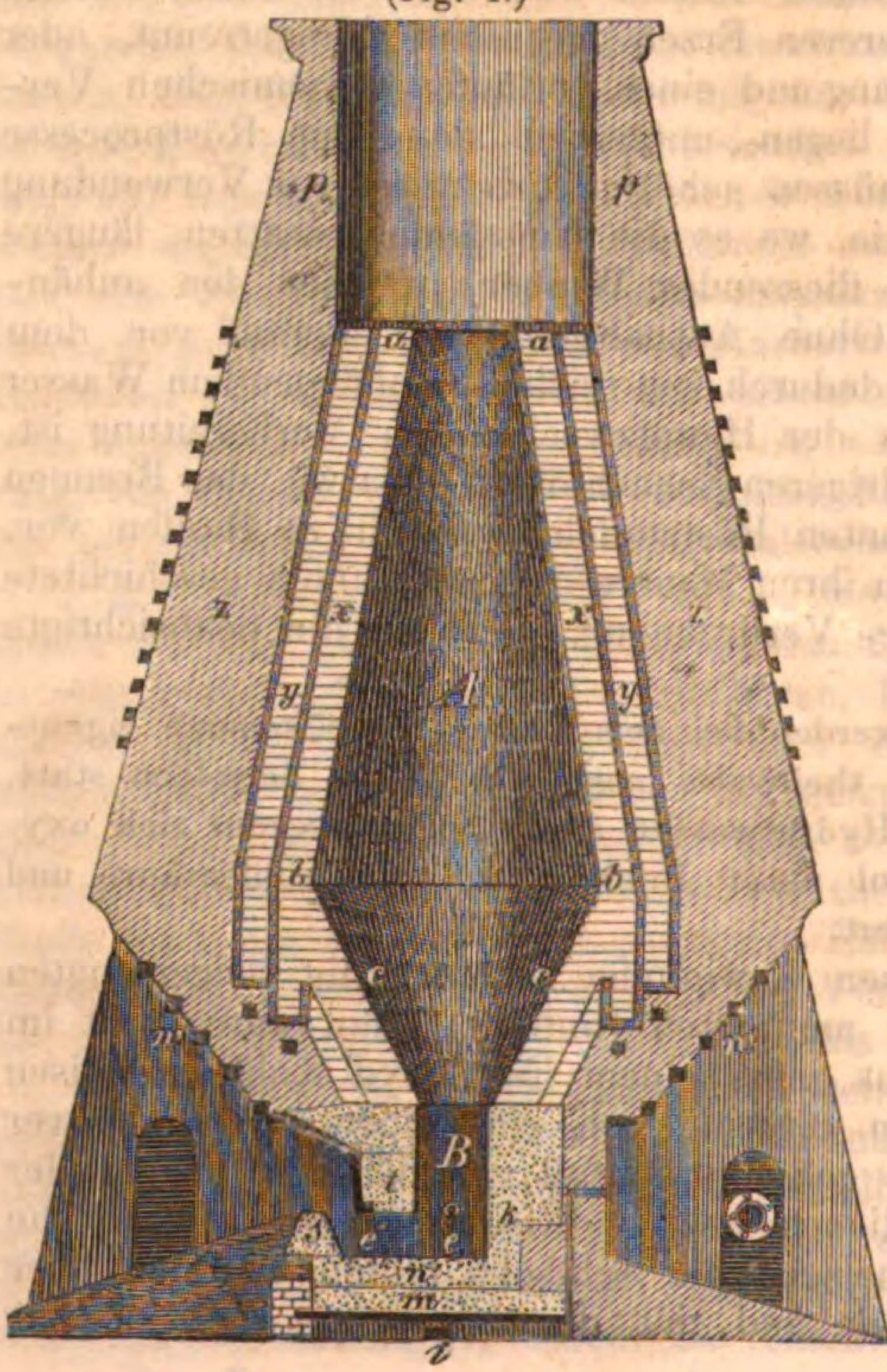
Chemische Veränderungen werden bei dem Rösten der Eisenerze eigentlich nicht bezweckt, finden aber theilweise nach der Natur derselben statt, indem das Eisenoxydhydrat das Hydratwasser abgibt, Eisenoxydul sich oxydirt und kohlensaures Eisenoxydul unter Entwicklung von Kohlensäure und Kohlenoxyd Eisenoxyduloxyd liefert.

Auf den Erfolg der ganzen Gewinnung nehmen die beigemengten fremdartigen Körper einen sehr namhaften Einfluss. Man wäre nicht im Stande in den Eisenhochöfen aus ganz reinem Eisenoxyd Kohlenstoffeisen zu gewinnen, — es muss neben diesem noch ein anderer schmelzbarer Körper entstehen, welcher das gekohlte Metall vor der Einwirkung der Gebläseluft schützt, und dazu dienen bei den Eisenerzen Silikate, welche mit dem Eisen gleichzeitig schmelzend die Schlacke bilden, die sich über dem schweren Metalle ansammelt und mit demselben von Zeit zu Zeit

aus dem Ofen geschafft werden muss. Enthalten die Erze sehr kieselsäurereiche Silikate, so binden diese beim Schmelzen eine namhafte Menge Eisenoxydul, welches sich dadurch nicht nur der Abscheidung entzieht, sondern auch zugleich auf die Beschaffenheit des Produktes einen nachtheiligen Einfluss ausübt. Ist ferner die Art der Beimengung geeignet, ein sehr strengflüssiges oder im Gegentheile ein ungemein leicht schmelzbares Silikat hervorzubringen, so kann in beiden Fällen namhafte Störung des ganzen Betriebes eintreten. Um die richtige Beschaffenheit der Schlacke zu erzielen, pflegt man häufig verschiedene Erze zusammenzumengen und dadurch auch nach ihrem Gehalte eine gleichförmige Ausbeute zu vermitteln. Dieses Verfahren heisst das Gattiren; wo es nicht ausreicht oder unmöglich erscheint, setzt man fremde Mineralien zu, welche dann Zuschläge genannt werden. Als solche dienen für kieselsäurereiche Gemenge Kalkstein, zuweilen selbst gebrannter Kalk, sonst auch Thon, Basalt und Aehnliches.

Zur Darstellung des Eisens aus seinen Erzen werden die nach Vorigem zweckmässig gattirten oder mit passenden Zuschlägen beschickten Erze, mit Brennmateriale abwechselnd geschichtet, in einen Schachtofen, welcher durch einen künstlichen Windstrom gespeist wird, eingetragen. — Man unterscheidet Eisenschmelzöfen mit geschlossener, und solche mit offener Brust, und nennet erstere Blau- (Bla-, Blase-, Floss-) Oefen, letztere Hoch-Oefen. (Nicht selten wird auch der Name Hoch-Ofen für beide dieser Arten gebraucht.)

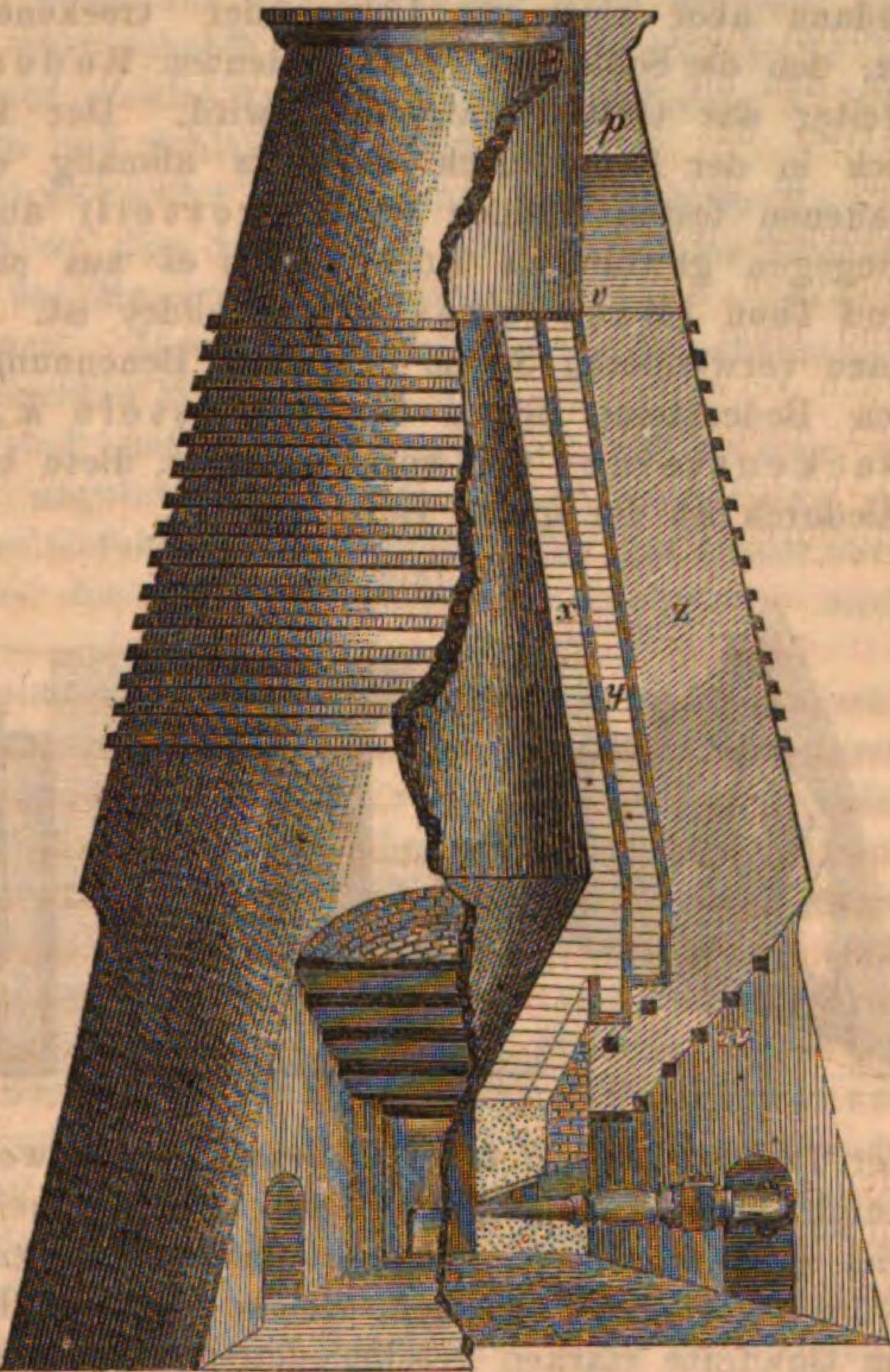
(Fig. 1.)



Jeder Einschmelzofen, Fig. 1 und 2, besteht aus dem den Ofenraum *A* unmittelbar bildenden, aus feuerfesten Materialien erbauten Kernschacht *xx*, und dem den Kernschacht umgebenden Mauerwerke: Rauhschacht *yy*, und Rauhmauer *zz*. Der Kernschacht hat die Gestalt zweier, einander jedoch nicht gleicher abgestutzter Kegel, die an ihrer grössern Grundfläche vereiniget sind; die obere Oeffnung des Schachtes, wodurch er mit den Schmelzmaterialien gefüllt wird, heisst die Gicht, *aa*, die durch die erwähnte Konstruktion ungefähr in der Mitte oder im ersten Dritttheil der Höhe sich bildende Erweiterung, der Kohlensack, *bb*, die von da abwärts laufende, mehr oder weniger gegen den Horizont geneigte Fläche die Rast, *cc*. Von hier an zieht sich gewöhnlich der Raum sehr zusammen und bildet das Gestell *B*, den eigentlichen

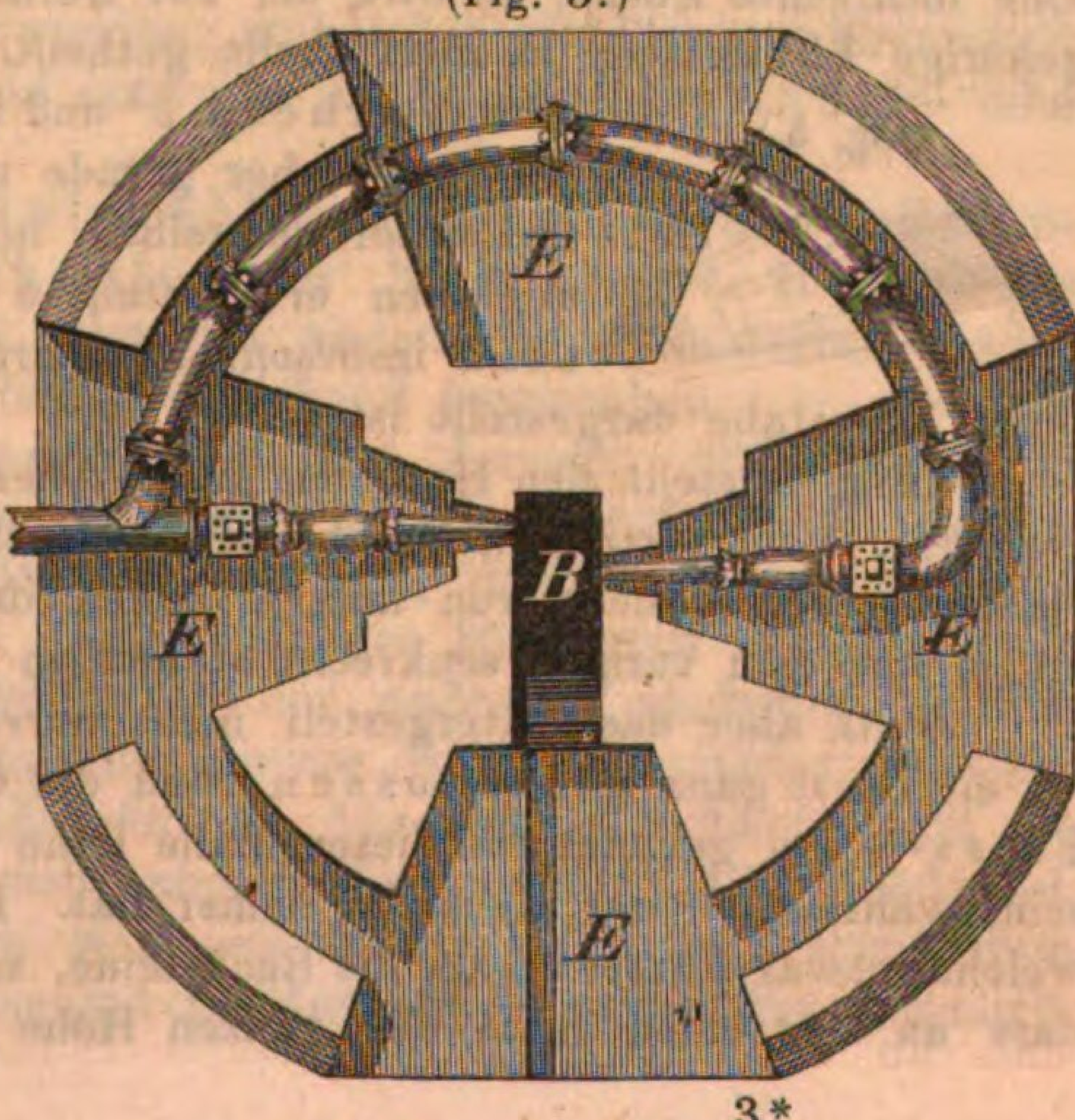
Schmelzraum, welcher aus dem feuerfestesten Materiale zusammengesetzt wird, dass man nur erhalten kann. Im Gestelle befindet sich die Formöffnung, mit eingesetzter, halb cylindrischer, nach vorne sich verjüngender Röhre, der Form, in welche die Mundstücke, Düsen, der Windleitungsröhren treten. (Fig. 5 zeigt die Form *d*, mit der Düse *f* in grösserem Massstabe.) Derlei Formöffnungen sind gewöhnlich zwei, an den entgegengesetzten Seiten des Ofens angebracht, zuweilen jedoch nur eine; auch findet man Oefen, wo der Wind von drei Seiten bläst.

(Fig. 2.)



Das Gestell theilt sich in das Obergestell, von der Form bis zur Rast, und in das Untergestell, von der Form bis zum Boden oder zur Sohle des Ofens; in dem Untergestelle *ee*[1] sammelt sich das flüssige Roheisen und die Schlacke, daher dasselbe auch Eisenkasten, Herd, genannt wird. An manchen Orten fehlt das Gestell und es bildet die fortlaufende Rast bis zur Form zugleich den Schmelzraum. Die Seite des Ofens, wodurch der Wind einströmt, heisst die Formseite, die entgegengesetzte von dieser Windseite (in so fern nicht zwei Formen einander gegenüberstehen); von den beiden andern heisst die eine die Arbeitsseite, wo Schlacke und Metall abgelassen werden, die entgegengesetzte die Rückseite. (Siehe Fig. 3, *E*, *E*...)

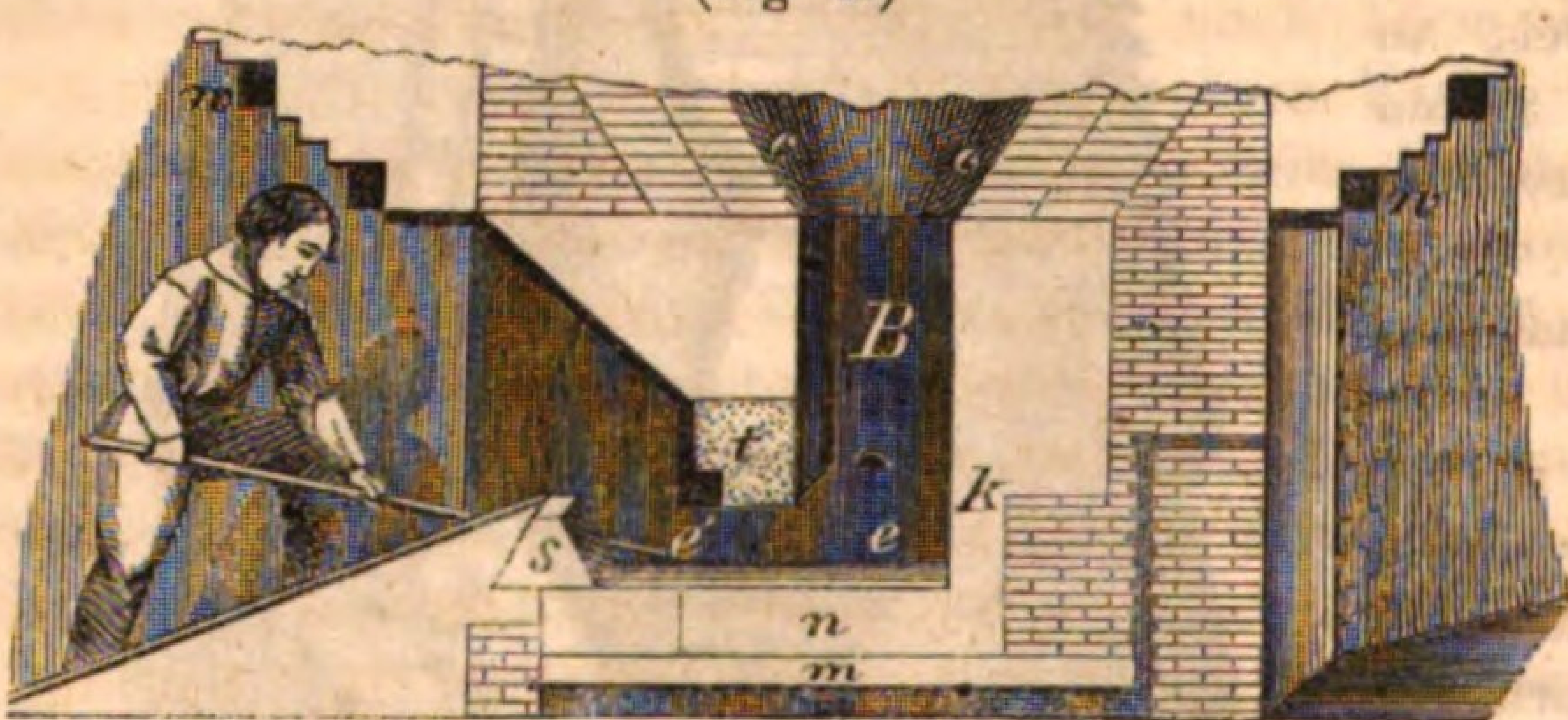
(Fig. 3.)



Das Fundament des Ofens erfordert viel Aufmerksamkeit, und dieses um desto mehr, je höher der Ofen werden soll, je grösser mithin die darauf drückende Last ist. Von besonderer Wichtigkeit ist, dass nicht Feuchtigkeit durch dasselbe der Sohle des Ofens zugeführt wird, was den vortheilhaftesten Betrieb stören würde;

man bringt daher in demselben Abzüchte oder Röschen *i* an, und legt sodann über eine von Lehm oder trockenem Sande geschlagene Schichte *m*, den die Sohle des Ofens bildenden Bodenstein *n*, über welchem dann weiter das Gestell aufgeführt wird. Der Durchschnitt des Gestelles, das sich in der Regel nach aufwärts allmälig erweitert, ist, wenn es aus behauenen festen Steinen (Steingestell) aufgeführt wird, immer viereckig, hingegen gewöhnlich rund, wenn es aus einer künstlichen Masse von Sand und Thon (Massengestell) gebildet ist. Im ersten Falle erhalten die dazu verwendeten Steine besondere Benennungen, nämlich: auf dem erwähnten Bodensteine liegen der Rückstein *k*, beiderseits an demselben die Backensteine, und vorne zwischen diese eingeschoben der Wallstein *s*. Hiedurch ist der ganze Herd gebildet.

(Fig. 4.)



Nur die hintere Hälfte des Herdes (Untergestelles) entspricht dem Obergestelle, wird daher durch Aufsetzen auf die Rück- und Backensteine erhöhet (Formstein und Windstein, in welch' ersterem die Oeffnung für die Form eingehauen ist). Nach vorne zu liegt quer über die Backensteine der Tümpelstein *t*. Da dieser Stein sowohl durch den Luftzug, als auch durch die Instrumente, mit denen hier gearbeitet wird (Hochofengezähe), viel zu leiden hat, so ist er nach vorne zu mit einer gusseisernen Platte, Tümpelblech, versehen, welche auf dem Tümpeleisen, einer 3 bis 4″ im Quadrate starken geschmiedeten Eisenstange, ruht; durch die nun weiter auf alle vier Seiten aufgesetzten Gemeinstücke wird das Gestell bis zur nöthigen Höhe gebracht.

Denkt man sich durch den über die Backsteine gelegten Tümpelstein eine lothrechte Ebene, so wird der zur Aufnahme des Eisens und der Schlacke gehörige Eisenkasten in zwei Theile getheilt, Vorder- und Hintergestell oder Vorherd e^1 und innerer Eisenkasten *e*; letzterer liegt daher gerade unter dem Schacht, ersterer ragt frei unter demselben hervor. Dies ist die Einrichtung der oben erwähnten offenen Brust, die den Hochofen insbesondere charakterisirt und in Fig. 4 im grösseren Massstabe dargestellt ist.

(Fig. 5.)



(Fig. 3 stellt den Hochofen gleich ober der Form horizontal geschnitten vor; Fig. 1 im vertikalen Durchschnitte durch das Arbeitsgewölbe, Fig. 2 zur Hälfte in der Ansicht von aussen gegen das Arbeitsgewölbe, zur Hälfte in einem auf dem vorigen senkrecht stehenden Durchschnitte.)

Tritt aber das Untergestell nicht hervor, fehlt daher der Vorherd, so ist die Brust ganz geschlossen, und der Ofen wird insbesondere Bla- oder Floss-Ofen genannt; in diesem Falle kann er auch ohne eigentliches Gestelle sein, während es der Hochofen immer hat. Im ersten Falle ist der Wallstein, welcher etwas kürzer ist als die Backsteine, so zwischen letztere eingeschoben, dass an der einen Seite der ganzen Höhe nach eine Spalte bleibt, welche

zur Ablassung des Eisens und der Schlacke dient, sonst aber mit schwerem Gestübe (Lehm und Kohlenklein) ausgefüllt ist; das Eisen kann übrigens aus dem Vorherde auch unmittelbar ausgeschöpft werden. Im zweiten Falle ist in der geschlossenen Brust eine auf gleiche Art geschlossene Oeffnung, Stich, Auge, zum Abfliessen von Eisen und Schlacke angebracht.

Der hier beschriebene Kernschacht ist von einer oder mehren Rauhschachten *yy* umgeben, doch so, dass sechszöllige Zwischenräume bleiben, welche theils eine Ausdehnung des Mauerwerkes gestatten, theils auch zum Zusammenhalten der Wärme dienen. Zuweilen füllt man diese Zwischenräume mit Hochofenschlacke u. dgl. schlechten Wärmeleitern aus.

Kern- und Rauhschacht sind mit dem Mantel, Rauhmauer *zz* umgeben, in der Abzugskanäle angebracht sind, um die Austrocknung zu erleichtern und den Dämpfen ohne Gefahr des Zerspringens für das Mauerwerk einen Ausgang zu gestatten; aus dieser Ursache wird die Rauhmauer auch verankert.

Der Rauhmauer gibt man eine kegelförmige, seltener eine pyramidalische Form, und konstruirt sie an dem untern Theile auf die Art, dass man durch mittelst eiserner Balken unterstützte Gewölbe *E* (Arbeits- und Form- oder Blasegewölbe) zu dem von ihr entblösst stehenden Vorherde und zur Form gelangen kann. Der obere Theil des Kernschachtes wird in das Rauhgemäuer so eingesetzt, dass Rast und Gestell von demselben unabhängig sind, um diese bei dem viel früheren Zugrundegehen ausbrechen und neu einsetzen zu können, was man unter Zustellung des Ofens begreift. Von der Gicht aufwärts wird die Rauhmauer um 10 bis 12′ verlängert, Gichtmantel *pp*, um die aus der Gicht strömende Flamme gegen den Druck heftiger Winde zu schützen und Feuersgefahr zu verhüten. Endlich ist um den Ofen herum ein Hüttengebäude aufgeführt, dass den hinlänglichen Raum haben muss, um alle zum Betriebe des Ofens erforderlichen Arbeiten vornehmen zu können. Unter der Bedachung desselben, in der Höhe der Gicht, wird das mittelst Gichtaufzügen in die Höhe gebrachte, oder über Gichtbrücken, von dem Berge, wo sich das Gebäude etwa anlehnt, herbeigeschaffte Erz gattirt und beschickt, um es sammt dem Brennmateriale in den Schacht des Ofens bei *v* aufgeben zu können.

Die bei diesen Oefen in Anwendung stehenden Gebläse zur Erzeugung des künstlichen Windstromes sind entweder Balgen-, Cylinder- oder Ventilations-Gebläse.

Als Brennstoff dienen: Holzkohle, Kohks (Koaks), Steinkohle, seltener Torf, Torfkohle oder Kohle mit Holz. Die Vortheile der Anwendung eines oder des anderen Brennmaterials finden sich in den Lehrbüchern der Chemie eingehend besprochen.

Beim Betriebe des Hochofens wird derselbe zuerst sorgfältig angewärmt, dann allmälig bis an die Gicht mit Brennstoff gefüllt, worauf man zunächst kleinere Quantitäten Erz aufgibt, das Gebläse in Thätigkeit setzt, und endlich in dem Masse, als der Brennstoff verzehrt wird, oben diesen sowie Erz (eine Gicht nach der anderen) nachgibt, und so einen steten gleichförmigen Gang des ganzen Schmelzprocesses einleitet, indem in entsprechenden Zwischenräumen das flüssige Roheisen und die Schlacke aus dem Herde abgelassen (abgestochen) werden. Die chemischen Vorgänge im Hochofen erklären sich aus ihren Resultaten, sowie dem früher über die Verbrennungsgase und die Zusammensetzung der Eisenerze

Mitgetheilten. Denken wir uns vorerst den Ofen blos mit Brennstoff gefüllt, so wird im Gestelle über der Form die dort eingepresste Luft eine sehr lebhafte Verbrennung und mächtige Temperaturerhöhung veranlassen. Die Bildung von Kohlensäure findet zunächst statt, die über der Form befindliche weissglühende Kohle aber reducirt dieselbe zu Kohlenoxyd und die Feuchtigkeit der Luft bedingt gleichzeitigt die Abscheidung von Wasserstoff. Beide Gase steigen sehr stark erhitzt mit dem Stickstoff gemengt nach aufwärts.

Da der Brennstoff immer Alkalien enthält, so entsteht auch unter Vermittlung des durch die weissglühende Kohle entstandenen Kaliums, aus Stickstoff und Kohlenstoff Cyan (C_2N), welches als Cyankalium sich verflüchtigt.

Die Gase gelangen noch so heiss zur Gichtöffnung, dass sie sich dort entzünden und mit blassblauer Farbe verbrennen. Sie wärmen in dem oberen Theile des Schachtes den Brennstoff vor und veranlassen, falls unverkohlte Materialien angewendet wurden, deren trockene Destillation. Bringt man nun durch die Gichtöffnung mit dem Brennstoff abwechselnd Lagen des Erzes (Kohlen- und Erzgichten) in den Ofen, so erleiden die erwähnten Vorgänge eine namhafte Abänderung. In dem obersten Theile des Schachtes werden die Erze zunächst blos erhitzt und von anhängender Feuchtigkeit befreit; sobald sie weiter herabsinken, treffen sie mit dem heissen Kohlenoxyd und Wasserstoff zusammen, und erleiden dadurch eine Reduktion, welche um so leichter stattfindet, je poröser das Erz war. Die Reduktion geht beiläufig in der Hälfte des Schachtes vor sich und gibt einerseits zur Entstehung von metallischem Eisen, anderseits zur Bildung von Kohlensäure und Wasser Veranlassung. Bei dem weiteren Herabsinken findet nun in dem Masse, als die Erze sich in dem erweiterten Schachte ausbreiten und dem heissen Verbrennungsraume im Gestelle nähern, die Bildung von Kohlenstoffeisen statt. Sowohl die direkte Berührung mit dem glühenden Kohlenstoff, als die Entwicklung des Kohlenoxyds und Cyankaliums veranlassen die Kohlung des Eisens. Das Kohlenoxyd verwandelt sich dabei in Kohlensäure und gibt an das Eisen Kohlenstoff ab. So vorbereitet kommt allmälig das Eisen in die heisse Verbrennungsregion des Gestelles, in welcher die Schlacke sich bildet und gleich dem Kohlenstoffeisen flüssig wird, dasselbe umhüllend, vor der oxydirenden Gebläseluft in den Herd herabsinkt und auf ihrem Wege sowie im Herde selbst das gekohlte Eisen vor der weiteren Einwirkung des Sauerstoffes bewahrt. Die hohe Temperatur und reducirende Wirkung der vorhandenen Kohlenstoffverbindungen äussert sich aber nicht allein gegenüber dem Eisen, sondern scheidet auch andere Körper aus ihren Sauerstoffverbindungen ab, so namentlich Phosphor und Schwefel, Silicium, Arsen, Mangan. Diese Körper mengen sich dem Eisen bei und ändern seine Eigenschaften mannigfaltig ab. Verweilt das Roheisen längere Zeit unter der Schlackendecke im Herde, so setzt sich dort die chemische Wechselwirkung beider fort, indem der Kohlenstoffgehalt des Roheisens reducirend auf die Schlackenbestandtheile wirkt, zum Theile als Kohlenoxyd entweicht und dafür dem Eisen Silicium, Phosphor u. s. w. zuführt. Je höher die Temperatur im Ofen ist, um so leichter findet eine reichlichere Reduktion und Beimengung der verunreinigenden Bestandtheile statt. Die Produkte, welche aus dem Ofen gelangen, sind: die Hochofengase, die Schlacke und das Roheisen. Die Hochofengase

enthalten, wie schon im früheren erörtert wurde, reichlich Kohlenoxyd-, Wasserstoff- und häufig auch Destillationsgase. Man benützt sie in vielen Fällen entweder, indem sie, durch unter der Gichtöffnung angebrachte Kanäle und dergleichen Vorrichtungen weggeleitet und in anderen Oefen verbrannt, zu manchen Nebenoperationen, wie Rösten der Erze, Brennen von Kalk und dgl. dienen, oder häufiger zum Vorwärmen der Gebläseluft, welche man durch ein System von Röhren, die an der Gichtöffnung angebracht sind, führt, so dass die Flamme der Gase eine Erhitzung der durchstreifenden Luft veranlassen muss. Warme Gebläseluft vermittelt eine namhafte Ersparniss an Brennmaterial.

Die Schlacke ist eine Verbindung von nicht reducirten Körpern (Basen mit Kieselsäure), welche mit dem dargestellten Eisen in genauer Beziehung steht.

Das Roheisen, als wichtigstes Produkt des Hochofenprocesses, ist in seinen Eigenschaften durchaus nicht überall gleich, indem die im Hochofen herrschende Temperatur, Streng- oder Leichtflüssigkeit der Erze, Gegenwart von Verunreinigungen, die Beschaffenheit des Roheisens sehr mannigfaltig abändern. — (Im Uebrigen verweisen wir auf das in den Lehrbüchern der Chemie hierüber Gesagte.)

Der Artillerieoffizier wird zwar niemals in die Lage kommen, dass ihm die Führung des Hochofenbetriebes selbst übertragen wird, doch kann er den Guss der Munition und der Geschütze, oder die Lieferungen des Rohmateriales, welches zum Umschmelzen, behufs der Darstellung eiserner Geschütze vom zweiten Gusse, oder zur Stabeisenbereitung bestimmt ist, zu überwachen haben.

Da von der Güte des Roheisenmaterials die möglichst zu erreichende Güte des künftigen Produktes abhängig ist, für erstere aber schon eine genaue Beachtung und Erkennung des Hochofen-Betriebes Aufschluss zu geben im Stande sein wird, so ist die Vergleichung aller während des Betriebes vorkommenden Umstände von grösster Wichtigkeit, indem auf diese Art die geeignetsten Mittel zu einem regelmässigen oder bestimmten Gange des Ofens ergriffen werden können, um gerade jenes Eisen zu erzielen, welches als das der Absicht am besten entsprechende erkannt ist. Hiezu gehören: Die Zusammensetzung der Gichten, welche die vortheilhaftesten Resultate in Bezug der Quantität und Qualität des Eisens gegeben haben, das Maximum des Satzes, wozu man gelangt ist, und die Ursachen, warum man sich davon entfernt hat. Man muss ferner den verschiedenen Druck des Gebläses beobachten, sowie die Aenderung der Düsenweite, die Ursache dieser Verschiedenheiten und die dabei hervorgehenden Resultate. Die Veränderungen, welche bei den Schmelzmaterialien vorkommen, und die dazu gehörigen Resultate müssen sorgfältigst beobachtet werden, ferner müssen die Störungen erwogen werden, welche der Betrieb erlitten, die muthmassliche Ursache derselben, und die Mittel, wodurch sie verhindert wurden, eben so der Einfluss, welchen die meteorologischen Veränderungen auf den Gang des Hochofens ausüben. — In jedem Falle muss die Vergleichung der Farbe und Konsistenz der Schlacke in Verbindung mit der Qualität des producirten Roheisens nicht ausser Acht gelassen werden u. s. w. Derlei mit Aufmerksamkeit und reiflicher Erwägung aller Umstände gemachten, und in einem Betriebsjournale zusammengetragenen Beobachtungen und Vergleichungen werden dem mit der oben ausgesprochenen Ueberwachung beauftragten Artillerie-Offiziere als Richtschnur für die Beurtheilung der Anwendbarkeit des Materials dienen. Der mit der Leitung des

Hochofen-Betriebes Betraute hat überdies ein Journal (oder eine Schmelztabelle) zu unterhalten, in welchem die Anzahl der Gichten (die Grösse des Verbrauches an Kohlen, Erz und Zuschlägen), die Anzahl der Abstiche, der erzeugten Gusswaaren, der missrathenen Stücke, der Eingüsse u. s. w. vorgemerkt sind, um von dem Verhältnisse des Aufwandes an den verschiedenen Materialien zur Grösse der Produktion in Kenntniss zu sein. —

Obwohl im Vorhergehenden das graue Roheisen im Gegensatze zum weissen als tauglich für den Guss angegeben wurde, so zeigen sich doch die verschiedenen Abstufungen des in die Klasse des grauen Roheisens gehörigen Eisens nicht gleich geeignet.

So wird dunkel graues Eisen, bei zu garem Gange des Ofens erzeugt, nur zu sehr groben Artikeln verwendet, die keiner Haltbarkeit bedürfen, und man giesst es zu denselben gleich aus dem Hochofen. Der Bruch desselben ist grob, und es scheidet sich viel Graphit aus. Diese Gattung Eisen ist grösstentheils zum Umgiessen in Flammenöfen bestimmt. — Graues Roheisen zeigt sich als das beste zu feineren und dünneren Güssen, da es bei dem schnellen Erkalten nicht so abgeschreckt wird, dass es sich verzieht oder springt; für grosse Gussstücke eignet es sich weniger, da es beim langsameren Erkalten in ausgetrockneten Formen zu viel Graphit ausscheidet, und im Innern schwammig wird. Diese Eisengattung erzeugt sich bei einem guten Gange des Ofens. Sie wird für feinere Artikel im Kupolofen oder auch im Flammenofen umgeschmolzen, in welch' letzterem Falle es in die folgenden Abstufungen übergeht. — Lichtgraues Eisen ist das eigentliche Materiale für grosse Gussstücke, wo Haltbarkeit und Zierlichkeit gefordert wird. Die Oberfläche ist glatt und blasenfrei, und wenn sie frei erkaltet, etwas konkav eingesunken; es zeigt ein feines körniges nicht glänzendes Gefüge, lässt sich mit der Feile und dem Meissel gut bearbeiten, eben so auch bohren, in dünnen Stücken ist es hart und weiss. Es wird ebenfalls gleich aus dem Hochofen gegossen, wo es sich bei mehr besetztem Gange erzeugt, aber auch im Kupolofen zu kleinen Artikeln umgeschmolzen.

Im Flammenofen umgeschmolzen gibt es halbirtes Eisen. Diese sehr haltbare Eisengattung steht an der Grenze des zum Giessen verwendeten Eisens; in dünnen Stücken wird es glashart, in dickeren lichtgrau und nur in sehr dicken Stücken scheiden sich die feinen Gruppen von Graphiteinmengungen in der weisseren Grundmasse aus, die auf eine desto grössere Haltbarkeit und Härte zeigen, je feiner sie sind. Es ist nicht leicht unmittelbar aus dem Hochofen zu erzeugen, und erträgt, wenn es aus demselben oder aus dem Flammenofen erhalten wurde, nicht mehr ein nochmaliges Umschmelzen in dem letzteren, indem es sich leicht in weisses Eisen umwandelt.

Für Geschütze ist diese Gattung die brauchbarste, sie gibt eine grosse Haltbarkeit, Elasticität und Härte, welch' letztere für eine spätere Bearbeitung sogar zu gross werden kann; doch füllt es, unmittelbar aus dem Hochofen gegossen, die Formen nicht so gut aus, als die früheren Arten, und ist insbesondere des starken Zusammenziehens wegen beim Erkalten zu mancher Anwendung als zum Munitionsgusse weniger brauchbar.

Schwefelhaltiges Eisen ist für sich nicht zum Gusse anzuwenden, da es nicht dünnflüssig genug wird, zu schnell erstarrt, im Innern Blasen bekommt und sehr leicht rostet; doch soll es, in sehr geringen Mengen zugesetz, eine geringere Graphitabsonderung bedingen; hingegen gibt das kaltbrüchige (phosphorhaltige) Eisen ein vortreffliches Materiale für kleine

zierliche Güsse, da es die Formen sehr gut ausfüllt; doch wird es dabei so hart und spröde, dass es sich nur schwer bearbeiten lässt und selbst in dickeren Stücken keine Stösse aushält. Zum Gusse der hohlen Munition wäre ein derlei Eisen nicht geeignet, da die Sprödigkeit desselben befürchten liesse, dass die daraus erzeugten Geschosse durch den Stoss der Pulverkraft im Rohre selbst zerspringen könnten.

Man wird daher in den Fällen, wo das Eisen ohne vorhergehendes Umschmelzen unmittelbar aus dem Gestelle des Hochofens verwendet werden soll, den Gang des Ofens so einrichten müssen, dass Eisen von der Beschaffenheit, wie es die darzustellenden Gegenstände verlangen, gewonnen (erblasen) werde, was jedoch, ohne einen sonstigen Nachtheil herbeizuführen, nur innerhalb gewisser Grenzen geschehen kann.

Um nicht in die Gefahr eines zu sehr übersetzen Ganges zu kommen, wobei allerdings das erwünschte halbirte Eisen erhalten würde, hat man an einigen Orten, wo die Erze zu einem grauen Eisen geneigt waren, gesucht, den Ofen in seinem natürlichen Gange zu lassen, und auf folgende Art das für den Geschützguss taugliche Eisen zu erzeugen. Einige Zeit vor dem Abstiche wurde durch Einbringen von geröstetem Erze in das Gestell das erhaltene Roheisen zum Theil entkohlt, indem sich der Sauerstoff der Erze mit einem Theile des Kohlenstoffes aus dem Roheisen verbindet, wodurch ein starkes Aufkochen entsteht. Man erhielt dadurch ein lichtgraues Eisen, welches eigentlich ein Gemenge von grauem und stahlartigem Roheisen genannt werden muss. Diese Operation, das Füttern des Ofens genannt, wird von Vielen wegen der sehr grossen Unsicherheit des Grades der Entkohlung nicht empfohlen, indem der beabsichtigte Zweck durch Umschmelzen des Eisens im Flammenofen viel sicherer erreicht werden kann.

Das Roheisen wird, wie es schon im Vorhergehenden angedeutet wurde, nicht nur unmittelbar aus dem Hochofen zu Gusswaaren verwendet (wie z. B. zum Munitionsguss), sondern in vielen Fällen einer Umschmelzung unterworfen. Der Zweck, welchen man mit diesem Umschmelzen verbindet, ist, das zum Gusse vorräthige Eisen in den flüssigen Zustand zu versetzen, um es in die Formen giessen zu können, oder auch, um das Eisen zugleich in seiner Natur zu verändern und so für manche Gegenstände brauchbar zu machen. Ersteres ist der Fall in Giessereien, die angelegt sind an Orten, wo wegen der Entlegenheit von Erz und Brennmateriale kein Hochofen betrieben werden kann; letzteres dort, wo aus dem Hochofen, durch die mögliche Aenderung im Betriebe die (etwa für den Geschützguss) gewünschte Roheisengattung nicht erzielt werden kann. Es gibt drei verschiedene Arten, das Roheisen umzuschmelzen, nämlich in Tiegeln, in Kupol- und in Flammenöfen. Für den Geschützguss wird das Roheisen blos in Flammenöfen umgeschmolzen.

Wir geben hier nur einige auf den Guss bezugnehmende Bemerkungen, indem wir im Uebrigen auf den Abschnitt „Erzeugung der Rohre“ und den Munitionsguss hinweisen.

Der Tiegelguss ist nur für kleine Gegenstände von Eisen gebräuchlich, und wird so wie jener der anderen Metalle in Zugöfen ausgeführt. Da das Eisen hiebei weder mit Kohle, noch mit der Luft, in sofern man einen dicht schliessenden Deckel, oder auch einen glasartigen Fluss als Bedeckung anwendet, in Berührung kommt, so ist diese Art ein eigentliches Umschmelzen

des Eisens ohne Veränderung seiner Natur, ausser dass es dabei gleichartiger wird.

Beim Umschmelzen in Kupolöfen, wo das Roheisen mit Kohle geschichtet, unter Einwirkung eines Gebläses niedergeschmolzen wird, ist zwar das Eisen der Einwirkung der Kohle ausgesetzt, indess geschieht die Schmelzung so rasch, dass keine neue Verbindung des Eisens mit der Kohle erfolgen kann, wozu auch die hohe Temperatur, die dazu erforderlich wäre, nicht hervorgebracht wird. — Das in diesen Oefen umgeschmolzene Roheisen behält daher ziemlich dieselbe Beschaffenheit, welche es vor dem Umschmelzen hatte, nur dass es hiedurch dichter und feinkörniger wird. Sehr dunkelgraues Eisen ist daher füglich nicht zu gebrauchen, da alle Uebelstände, die es für den Guss hat, nicht verbessert werden, sondern nur graues Eisen gilt als das beste Material für diese Oefen.

Zum Betriebe muss der Ofen zuerst angewärmt werden, indem man von unten Feuer gibt, und dann erst, wenn das Feuer sich an der Gicht zeigt, werden Eisengichten aufgegeben und das Gebläse in Gang gesetzt. Das eigentliche Materiale für diese Oefen sind alte Gusswaaren, Ausschusswaaren, in nicht zu grossen Dimensionen, z. B. irreguläre oder sonst unbrauchbare Munition, ferner abgeschlagene Eingüsse, etc; zuweilen werden auch aus dem Hochofen für entferntere Kupolöfen eigene Stücke in passender Form und Grösse gegossen. Auf eine Stunde rechnet man 6 Gichten zu 1 Ctr. Eisen. Das niedergeschmolzene Eisen lässt man in Kellen laufen, und trägt dieselben zu den verschiedenen (in dem Hüttengebäude vorgerichteten) Formen. Diese Oefen sind nur den Tag hindurch im Betriebe, Abends werden sie niedergeblasen, oder man setzt einige Kohlengichten, darauf einige Kohlen- und Eisengichten, verschliesst alle Oeffnungen, und lässt den Ofen bis zum nächsten Tage stehen.

Im Allgemeinen rechnet man 50 bis 80 Ctr. als tägliches Schmelzquantum bei einem Abbrande von 5 bis 8%.

Während in Schacht- oder Hochöfen das Metall in unmittelbarer Berührung mit der glühenden Kohle steht, ist dasselbe in Flammenöfen nur der Einwirkung der aus unverkohltem Brennmateriale, Holz- und Steinkohle entwickelten, und nun verbrennenden Gase, der Flamme, ausgesetzt; auch wird die zum Verbrennen nöthige Luft hier nicht durch Gebläse, sondern nur durch einen natürlichen Zug geliefert. Es ist daher in diesem Falle, selbst in der höchsten Temperatur, nicht möglich, dass das Eisen mehr Kohlenstoff aufnehme, kohlenstoffreicher werde, als es war, sondern es wird sogar, wenn der Sauerstoff der eindringenden atmosphärischen Luft von den kombustibeln Gasen nicht vollkommen verzehrt wird, einen Theil des Kohlenstoffes des Eisens verbrennen, und dieses um desto mehr, je länger das Roheisen dieser Einwirkung ausgesetzt bleibt. Würde man in Führung dieses Processes die volle Sicherheit haben, so müsste man aus einem sehr kohlenstoffreichen Eisen jede Nüance mit geringerem Kohlengehalte darstellen können, doch hiezu reichen die bekannten Mittel in der Ausführung nicht aus.

Die Gegenstände, welche aus Eisen gegossen sind, haben vor denen aus Bronze angefertigten im Allgemeinen nachstehende Vorzüge:

1. Schärfe der Abdrücke, — indem das hinlänglich dünnflüssig werdende Eisen im Momente des Erstarrens sich ausdehnt, und dann beim Erkalten nur wenig schwindet.

2. Härte, — daher es zu Geschützen, Geschossen, und sonstigen der Abnützung sehr unterworfenen Gegenständen anwendbar ist.

3. Wohlfeilheit.

Die grosse Strengflüssigkeit des Eisens ist anderseits von Nachtheilen begleitet, indem die Hervorbringung des zum Schmelzen nöthigen Hitzegrades mit Schwierigkeiten verbunden ist, und die Formen, in welche die flüssige Eisenmasse beim Guss geleitet wird, durch den hohen Hitzegrad derselben viel stärker angegriffen werden.

Dieser Umstand, so wie das viel schnellere Erstarren des Eisens gegen Bronze, macht das Giessen kolossaler Gegenstände aus ersterem viel schwieriger als aus letzterem.

Endlich stehen die aus Gusseiseisen erzeugten Rohre jenen aus Bronze gegossenen in der Festigkeit und Elasticität bedeutend nach.

Das Stab- oder Schmiedeisen.

§. 9. Eigenschaften — Arten und Vorkommen des Stabeisens. Das Stabeisen, auch geradezu Eisen genannt, hat eine lichtgraue Farbe, einen starken Glanz und im Mittel eine Dichte von 7·6. Es zeichnet sich vor anderen Metallen besonders durch die Fähigkeit aus, vom Magnete angezogen, so wie selbst zum Magnete zu werden. Auf dem Bruche zeigt Stabeisen ein körniges oder zackiges Gefüge, dass durch fortgesetzte Streckung, wie sie beim Schmieden, Walzen u. dgl. stattfindet, in ein sehniges übergeht. — Die Härte des Stabeisens ist bedeutend gross, zeigt aber auffallende Verschiedenheit (hartes und weiches), immer aber lässt sich dasselbe mit Feile, Meissel, Dreheisen u. s. w. behandeln. Das Stabeisen kann ferner sowohl kalt, als glühend geschmiedet, zu Blech ausgestreckt, besonders zu sehr dünnem Drahte ausgezogen werden, es wird jedoch ohne Beihilfe von Wärme bald so hart und spröde, dass es bricht oder reisst; durch Ausglühen erlangt es seine vorige Geschmeidigkeit wieder. Sogar ein schnelles Abkühlen nach dem Glühen, z. B. Ablöschen im Wasser, macht es nicht spröde, und vermehrt dessen Härte um so weniger, je reiner dasselbe ist; dagegen wird hartes Eisen durch Erhitzen bis zum Rothglühen und durch darauf folgendes langsames Abkühlen etwas weicher.

Die Festigkeit des Eisens ist sehr gross, und es übertrifft hierin alle anderen Metalle.

Aus der Zusammenstellung der Resultate vieler über die Festigkeit des Stabeisens angestellten Versuche ergibt sich, dass dieselbe wohl nicht mit Zuverlässigkeit in Zahlen angegeben werden kann; es geht aber auch daraus hervor, dass nicht nur die verschiedenartige innere Beschaffenheit des Eisens allein, sondern auch die Behandlung desselben im Feuer, und noch mehr die zum Zusammenpressen desselben angewandte Kraft, folglich die Dimensionen, zu denen es gebracht ist, einen entscheidenden Einfluss auf die Grösse der Festigkeit haben. Dem zu Folge kann man annehmen, dass gutes Stabeisen in Quadratstäben, auf die ursprüngliche Querschnittsfläche bezogen, in Stäben von 1 Par. Zoll*) im Quadrat 58000

*) 1 Par.' (Pied du roi) = 1·0276 Wien.' = 0·324839 Mètres. 1 Par. Pf. (Livre, poids de marc) = 0·8741 Wien. Pf. = 0·4895 Kilogr.

P. Pfd., — in Stäben von $^1/_2$ Par. Zoll im Quadrate 75000 P. Pfd., — in Stäben von $^1/_4$ Par. Zoll im Quadrate 90000 bis 100000 P. Pfd., auf eine Fläche von 1 Q.″ berechnet, tragen könne, ehe es reisst.

(Die hierauf Bezug nehmenden, in den Mittheilungen des k. k. Artillerie-Komité, 4. Bd. vom J. 1859 enthaltenen Aufsätze beleuchten diesen Gegenstand gründlich.)

Die absolute Festigkeit des Eisendrahtes ist aber noch bedeutend grösser, wenn das zum Zerreissen erforderliche Gewicht auf eine Fläche von 1 Q. Zoll berechnet wird. Versucheu zu Folge trägt der feinste Draht bei obiger Berechnungsweise 130000 Pfd. auf 1 Q.″

Durch das Ausglühen wird jedoch die Festigkeit desselben bedeutend gemindert.

Farbe und Glanz des Eisens sind im merkwürdigen Zusammenhange mit einander, und stehen in bestimmter Beziehung mit der Zähigkeit und Geschmeidigkeit desselben, wodurch die Beschaffenheit des Bruches ein sicheres Kennzeichen für die Güte des Eisens wird. Bei gutem Schmied-Eisen ist stets eine helle Farbe mit geringem Glanze, und ein starker Glanz mit einer mehr grauen Farbe vergesellschaftet; daher, wo dunkle Farbe mit mattem Glanze, oder weisse Farbe mit starkem Glanze vorkommt, auf mürbe und spröde Beschaffenheit des Eisens geschlossen werden kaun, die sich durch Ausglühen nicht verbessern lässt.

In der Rothglühhitze nimmt das Eisen sehr an Härte ab, so dass auch die meisten Formveränderungen desselben bei dieser Temperatur vorgenommen werden.

In der Schweissglühhitze wird es so weich, dass getrennte Stücke sich durch den blossen Druck der Hammerschläge vereinigen, gleichsam zusammenkneten, schweissen lassen, welche Eigenschaft für die Anwendung des Eisens, da es für gewöhnlich so gut, als unschmelzbar betrachtet werden muss, von besonderer Wichtigkeit ist.

Erst in den höchsten Hitzegraden, welche nur mit den besten Vorkehrungen in einem Gebläseofen hervorgebracht werden können, kann es in kleinen Mengen in Fluss gebracht werden. (Nach Daniel wird die Schweisshitze auf ungefähr 1100° und der Schmelzpunkt auf 1200 bis 1300° geschätzt.)

Das Stabeisen, dessen Eigenschaften im Vorhergehenden als von denen des reinen Eisens nur sehr wenig abweichend, angegeben wurden, enthält nur 0·1 bis 0·5% Kohlenstoff (nach anderen Angaben 0·2 bis 0·5%), der überdies hiebei nicht als wesentliche, sondern nur als zufällige Beimischung angesehen werden kann, indem der bei der Darstellung aus den Erzen aufgenommene Kohlenstoff aus dem Roheisen durch die folgenden Operationen im Grossen nie mehr ganz entfernt wird; übrigens ertheilt gerade dieser kleine Gehalt an Kohlenstoff dem Stabeisen eine grössere Härte, wodurch es zu manchen Zwecken tauglicher wird.

Nebst dem Kohlenstoffe kann das Stabeisen noch eine geringe Menge Silicium zuweilen auf Schwefel und Phosphor, ferner Kalcium, Mangan, Chrom u. s. w. enthalten. Von dem Einflusse der ersteren auf die Güte des Stabeisens lässt sich ähnliches sagen wie beim Roheisen.

§. 10. Darstellung des Stabeisens. Das Stabeisen wird aus Roheisen gewonnen, indem man das letztere einem oxydirenden Schmelzen unterwirft, hiedurch die Verunreinigungen und den Kohlenstoff möglichst

vollständig entfernt und so ein weiches und dehnbahres Eisen — das Stabeisen – erhält.

Nicht selten wird das Roheisen vor seiner Umwandlung in Stabeisen gewissen vorbereitenden Operationen unterworfen, welche hauptsächlich bezwecken, selbes gar schmelzend zu machen und meistens im Ausglühen oder in einem raschen Umschmelzen bestehen.

Beim sofortigen Umschmelzen zu Stabeisen kommen garende Zuschläge in Anwendung (Garschlacke, Kalk, Thon, Kochsalz, Braunstein etc.).

Die Stabeisenbereitung kann in Herden durchgeführt werden und heisst dann der Frischprocess, das Eisenfrischen; findet der Vorgang in einem Flammenofen statt, so nennt man ihn das Puddeln, den Puddlings-Process. — Die in den einzelnen Ländern und Hüttenwerken in Anwendung stehenden Frisch-Methoden auf dem Herde (Vorbereitung — Einschmelzen des Roheisens, roh- und garaufbrechen desselben — etc.) unterscheiden sich zum Theile wegen der Beschaffenheit des in Verwendung stehenden Roheisens, zum Theile sind sie durch die Intelligenz und Anschauungen der Hüttenleiter bedingt.

Noch grösser sind die Verschiedenheiten im Puddlingsfrischen, nach der Roheisengattung, Gattung der Puddlings- oder Flammenöfen, dem angewendeten Brennmateriale, den Betriebsleitern, etc. Wir verweisen dieserwegen auf die Werke über das Hüttenwesen und die Chemie.

Gleich im Zusammenhange mit diesem chemischen Theile der Procedur wird die mechanische Bearbeitung, das Ausrecken des hiedurch in den schmiedbaren Zustand versetzten Eisenklumpens bis zu einem gewissen Grade vorgenommen. Dieses geschieht beim Herdfrischen gewöhnlich unter Wasser- oder Dampf-Hämmern (Aufwerf-, Schwanz- und Stirnhämmern), beim Puddlingsfrischen unter dem Stirnhammer und Präparir-Walzen, daher sich diese zur mechanischen Bearbeitung nothwendigen Vorrichtungen in demselben Hüttengebäude gleich neben dem Frischherde oder Puddlingsofen angebracht befinden.

So wie das Stabeisen unmittelbar von dem Frischwerke geliefert wird, sind die Formen und Dimensionen, sowie auch die sonstigen Eigenschaften desselben nicht immer diejenigen, welche bei der weiteren Verwendung gewünscht werden, es muss daher eine weitere Bearbeitung desselben, sowie sie zu bestimmten Zwecken gefordert wird, vorgenommen werden. Diese Arbeit geschieht entweder in eigenen Walz-Werken oder unter Schwanzhämmern (Reck-, Zain-, Band-Hämmern etc.). War das Eisen im Flammenofen gefrischt, so wird die weitere Verfeinerung der durch die Bearbeitung unter dem Stirnhammer und zwischen den Präparir-Walzen hervorgehenden Millbars oder ausgeschweissten Pakete im Walzwerke vorgenommen.

Da durch wiederholtes Schweissen und Schmieden das Eisen immer gleichförmiger und zäher wird, so wendet man dieses Verfahren oft an, um die Beschaffenheit des Fabrikats zu verbessern; worauf wir bei der Besprechung der „Erzeugung des Geschützrohres" nochmals zurückkommen.

Das Schmiedeisen der Geschützrohre muss sich vorzüglich durch seine Geschmeidigkeit auszeichnen, das ist, sich sowohl in glühendem als in kaltem Zustande unter dem Hammer und der Walze bearbeiten lassen, ohne zu brechen. Bei dieser Eigenschaft ist es möglichst frei vom Kohlen-

stoff und anderen Beimengungen, hat eine grauweisse, glänzende Farbe und zeigt auf dem Bruche ein feines, blätteriges oder faseriges Gefüge.

δ. Der Stahl.

§. 11. Der Stahl im Allgemeinen, seine Eigenschaften — Darstellung etc. — Der Stahl, die dritte zwischen dem Roh- und Stabeisen stehende Verbinduug des Eisens mit Kohlenstoff, mit einem Gehalte an letzterem von 0·9 bis 1·9%, hat eine graulich weisse Farbe, erscheint auf dem Bruche körnig, und dieses um so dichter und gleichartiger, je vorzüglicher er ist, so, dass die Bruchfläche selbst ein ganz gleichartiges Ansehen haben kann; sehnige und adrige Stellen deuten auf vorhandenes Eisen. Der Stahl hat eine Dichte von 7·7, und ist bei weitem mehr zur Politur geeignet, als das Stabeisen. Er nimmt die attraktorische Eigenschaft des Magnetes wohl schwieriger an, als Stabeisen, behält dieselbe aber fester.

Stahl in seinem natürlichen Zustande, d. i. nach dem Glühen und langsamen Erkalten, ist härter, als gutes Stabeisen, aber nicht so hart, als weisses Roheisen, und es können daher die durch Schmieden roh ausgearbeiteten Gegenstände mit Feile, Meissel, Dreheisen u. d. gl. noch gut bearbeitet werden. Wird er aber geglüht und dann rasch und stark abgekühlt, z. B. durch Eintauchen in Wasser, Härten des Stahles, so wird dessen Härte so gross, dass er Glas schneidet, und von der besten Feile nicht angegriffen wird, was eine den Stahl besonders charakterisirende Eigenschaft ist; mit dieser Härte tritt auch zugleich ein hoher Grad von Sprödigkeit ein. Diese Härte und Sprödigkeit des auf die angezeigte Weise gehärteten Stahls nimmt durch stufenweises Erhitzen, Anlassen, wieder allmälig ab, und es kehrt endlich durch Glühen und langsames Erkalten der vorige Zustand des Stahles wieder zurück, daher man es in seiner Gewalt hat, den aus Stahl verfertigten Gegenständen jeden beliebigen Grad der Härte von der Glashärte bis zu seiner natürlichen Weiche zu geben. Die durch die Erhitzung des Stahles bewirkte Volumsvergrösserung bleibt bei dem plötzlichen Abkühlen desselben wenigstens zum Theil, daher auch die Dichte des gehärteten Stahles kleiner, als im ungehärteten Zustande ist. Hiedurch befinden sich die Theilchen, die sich nicht wie beim langsamen Erkalten bis zu ihrer natürlichen Lage einander nähern konnten, in einer gezwungenen Lage, in einer Spannung gegen einander, so wie die Theilchen des rasch abgekühlten Glases, was auch Ursache der gleichzeitig mit auftretenden Sprödigkeit ist. Auch die chemische Beschaffenheit des Stahles in beiden Zuständen ist nicht ganz dieselbe.

Der nicht gehärtete Stahl kann als ein Gemisch von reinem Eisen mit einem Polykarburete, das weich ist, angesehen werden. Beim Glühen des Stahles erfolgt eine Vertheilung, gleichsam Auflösung des Polykarburetes, es entsteht eine mehr Eisen enthaltende Kohlenstoffverbindung, Subkarburet, von der Beschaffenheit, wie es im weissen Roheisen vorkommt; durch langsames Abkühlen erfolgt nun wieder die Zersetzung in Eisen und in jenes Polykarburet, durch rasches Ablöschen hingegen kann dieselbe nicht erfolgen, und es bleibt daher ein dem weissen Roheisen ähnliches Subkarburet, was auch durch das Verhalten des gehärteten und nicht gehärteten Stahles bei der Behandlung mit Säuren bestätiget wird.

Das Härten des Stahles geschieht gewöhnlich durch Eintauchen in kaltes Wasser (bei grossen Stücken, wenn es möglich ist, in fliessendes Wasser). Je grössere Hitze der Stahl in dem Augenblicke des Ablöschens besass, je tiefer die Temperatur des Ablöschungsmittels, und je grösser dessen Wärmeleitungsfähigkeit ist, desto grösser wird unter übrigens ganz gleichen Umständen seine Härte; doch muss der Stahl wenigstens dunkelroth glühen, um einen erheblichen Grad von Härte zu erlangen. Weiches Wasser härtet minder, als hartes oder Salzwasser und verdünnte Säuren.

Es gibt verschiedene Recepte solcher Härtewasser, auf die nicht immer ein besonderer Werth zu legen ist. In mehreren Fällen härtet man auch in Talg oder Oel.

Beabsichtigt man ein Stahlstück nur theilweise zu härten, so taucht man entweder nur den betreffenden Theil in das Wasser, oder man unkleidet das übrige mit Lehm, damit es beim Eintauchen nicht mit dem Wasser in Berührung komme. Dünne Stücke oder dünne Theile eines Stückes härten sich stärker als dicke, weil jene schneller von der Abkühlung durchdrungen werden. Da dickere Stücke länger die Hitze halten, so ist es auch am zweckmässigsten, die dünnen Theile zuerst einzutauchen, damit sie nicht Zeit haben, abzukühlen.

Die ungleiche Zusammenziehung in verschiedenen Theilen eines der Härtung unterworfenen Gegenstandes, welche in ungleicher Dicke, in ungleichförmiger Beschaffenheit des Stahles, in ungleicher Erhitzung, oder in einer unzweckmässigen Art des Eintauchens ihren Grund haben kann, verursacht sehr oft eine Krümmung oder eine andere unwillkommene Formveränderung (Werfen oder Verziehen), oder gar Sprünge (Bersten, Hartrisse), welch' letztere zuweilen selbst mit der gänzlichen Absonderung, dem Losspringen einzelner Stücke verbunden sind. — Ein wichtiger Umstand ist die Vermeidung vom Glühspan beim Härten, welcher manche Gegenstände ganz verderben könnte.

Am meisten schadet der Glühspan, wenn die Oberfläche mit kleinen Hervorragungen oder Vertiefungen bedeckt ist, welche unversehrt bleiben sollen, z. B. bei Feilen. Man muss daher beim Erhitzen die Stücke so zwischen die Kohlen legen, dass sie gut davon eingehüllt sind und die Luft nirgends frei und unmittelbar darauf wirken kann. Noch besser ist es, vor dem Glühen die stählernen Gegenstände mit einem Breie aus Roggenmehl und Kochsalzlösung oder mit weicher Seife zu überziehen, oder sie in einer eisenblechernen Büchse unter Kohlenpulver zum Glühen zu bringen.

Die absolute Festigkeit des ungehärteten Stahles ist bedeutend grösser, als die des Stabeisens, und beträgt im Allgemeinen 70.000 bis 120.000, ja selbst 130.000 bis 140.000 Pf. für 1 Q.″ des Durchschnittes; bei Anwendung geringerer Dimensionen würde sie sich ohne Zweifel, wie beim Stabeisen, noch grösser zeigen. Gehärtet besitzt der Stahl eine viel geringere Festigkeit. Bei einem gewissen Grade von Härte zeigt der Stahl einen sehr grossen Grad von Elasticität.

Der Stahl ist schmiedbar, lässt sich schweissen und schmilzt endlich in hohen Hitzegraden; er vereiniget dadurch die Haupteigenschaften des Roh- und Stabeisens, was ihn zu einem um so mehr schätzbaren Materiale macht.

Der Stahl schweisst früher, als das Eisen, lässt sich auch mit diesem zusammenschweissen (z. B. an Aexten und Meisseln u. dgl. braucht nur der

geschärfte Theil von Stahl zu sein). Das Schweissen des Stahles ist jedoch mit Schwierigkeit verbunden, da derselbe bald über der Schweisshitze zerfährt (berstet oder sich abbröckelt). —

Der Schmelzpunkt des Stahles liegt höher, als der des Roheisens; das Schmelzen desselben muss, um ihm nichts von seiner Güte zu nehmen, bei gänzlich abgehaltenem Luftzutritte geschehen, z. B. unter einer Glas-, aber nicht unter einer Kohlendecke

Geschmolzener Stahl enthält wenig unganze, noch ungleich harte Stellen, sondern zeigt sich als vollkommen gleichartig durch die ganze Masse, ein Vortheil, der nur durch den flüssigen Zustand, mithin beim Stabeisen nie erreicht werden kann.

Nebst dem wesentlichen Bestandtheile, dem Kohlenstoffe, welcher, wie oben angegeben wurde, in veränderlicher Menge in dem Stahle enthalten ist, können sich auch kleine Mengen jener Stoffe in demselben vorfinden, die als zufällige Beimischungen des Roheisens angegeben wurden. Wird Roheisen bei anhaltendem Schmelzen unter Einwirkung eines Luftstromes oder von Eisenoxyden theilweise entkohlt, so entsteht der sogenannte Rohstahl (Schmelzstahl). Wird Stabeisen in starker Glühhitze bei abgehaltenem Luftzutritte längere Zeit mit Kohle oder kohlenstoffhaltigen Substanzen in Berührung gebracht, so entsteht Cementstahl (Brennstahl.)

(Als das zur Stahlbereitung am besten geeignete Roheisen wird das aus dem Spatheisensteine erblasene, sehr reine Spiegeleisen angesehen. Das Stabeisen, welches zur Stahlbereitung angewendet wird, muss hart und körnig, dabei aber fest und zähe sein; brüchiges, schiefriges Eisen darf nicht angewendet werden). —

Aus dem angegebenen Gehalte des Kohlenstoffes, des wesentlichsten Bestandtheiles der drei für die Artillerie-Technik so wichtigen Arten des Eisens, ist ersichtlich, dass keine scharfe Grenze zwischen denselben gezogen werden kann, sondern von dem fast kohlenstofflosen Stabeisen bis zu dem kohlenstoffreichsten Roheisen ein allmäliger Uebergang statt findet, wie nicht minder, dass eine Art des Eisens in eine andere umgewandelt werden könne, als: Roheisen wird zu Stabeisen durch Verlust des Kohlenstoffes bei anhaltendem Schmelzen, unter Einwirkung eines Luftstromes oder von Eisenoxyden (Eisenfrischen).

Roheisen wird zu Stahl (Rohstahl), wenn diese Verbrennung des Kohlenstoffes nur unvollständig geschieht, so dass noch eine hinlängliche Menge desselben zurückbleibt (Stahlfrischen). In ähnlicher Weise verwandelt sich Roheisen in Stahl, wenn in selbes, während es geschmolzen gehalten wird, Stabeisen (Abgänge von Blech u. dgl.) eingetragen wird.

Stahl nimmt die Eigenschaft des Stabeisens an, und verliert die Fähigkeit sich härten zu lassen, durch fortgesetztes Glühen unter Luftzutritt (wird verbrannt); daher man sich zu hüten hat, denselben zu überhitzen, oder zu oft in das Feuer zu bringen. Auch durch Glühen mit Eisenfeilspänen wird der Stahl weicher (entkohlt) und dem Stabeisen ähnlich.

Stahl geht in einen Roheisen ähnlichen Zustand über, wird mürbe, und verliert alle Festigkeit, wenn er mit Kohle umgeben, einer lange anhaltenden Glühsitze bei abgesperrtem Luftzutritte ausgesetzt wird.

Stabeisen wird zu Stahl (Cementstahl), wenn es mit Kohle umgeben vor dem Luftzutritte geschützt wird; dasselbe erfolgt durch darüber

geleitetes Kohlenwasserstoffgas (Harteinsetzen des Stabeisens). Dauert diese Behandlung zu lange, so nimmt der Anfangs gebildete Stahl Roheisennatur an.

(Bestreicht man Stabeisen und Stahl mit verdünnter Salpetersäure, so ist der dadurch entstandene Fleck an diesem viel dunkler als an jenem; die Ursache ist aus Vorigem leicht einzusehen. Ist, wie es im gewöhnlichen Stabeisen oder Stahle häufig der Fall ist, der Kohlenstoff ungleich vertheilt, oder sind Theile von verschiedenem Kohlenstoffgehalte mit einander gemengt, so zeigt die geäzte und dann abgewaschene Oberfläche Flecke und Streifen von dunkler und heller Schattirung. Darauf beruht auch das Entstehen der Zeichnungen auf dem Damascenerstahle.)

§. 12. Der Gussstahl. Weder Roh- noch Cementstahl kann, wie aus ihrer Bereitungsart hervorgeht, in Bezug des Kohlenstoffgehaltes als ein durch seine ganze Masse gleichartiges Fabrikat gelten; — beide Arten sind daher, um gleichartiger zu werden, einer weiteren Behandlnng, dem Gerben (Gerbstahl) oder dem Schmelzen (Gussstahl), zu unterwerfen. Bei der ersteren Behandlung, dem Gerben, findet eine vollkommene Ausgleichung aller Ungleichartigkeiten durch die mechanische Bearbeitung jedoch nicht statt, und wird nur erreicht, wenn der Stahl in den flüssigen Zustand versetzt, d. i. geschmolzen wird. Der auf diesem Wege dargestellte, den raffinirten in den meisten, wenn auch nicht immer in allen Beziehungen übertreffende Stahl führt den Namen Gussstahl.

Man erhält denselben durch Umschmelzen des Roh- oder Cementstahles, und es bedingt die Natur und Güte des Rohmaterials die Beschaffenheit des neu hervorgehenden Stahles, so wie es auch von der mehr roh- oder stabeisenartigen Natur des ersteren abhängig ist, ob der erhaltene Gussstahl schweissbar ist oder nicht. Das Schmelzen des Stahles geschieht gewöhnlich in feuerfesten Tiegeln von einer solchen Grösse, dass 30 bis 40 Pf. Stahl auf einmal darin geschmolzen werden könne. Um die atmosphärische Luft abzuhalten, bedeckt man die Stahlstücke mit Glaspulver, welches schmilzt und eine Decke bildet. Die dazu in Anwendung stehenden Oefen sind Tiegel-Oefen.

Die zur Gaserzeugung dienlichen Materialien sind zur Bedeckung nicht eben so gut, als schon fertiges Glas, indem der Stahl durch erstere spröde werden soll; — wahrscheinlich durch Aufnahme von Kiesel.

Uebrigens kann man auch ohne Bedeckung mit Glas bei einem gut schliessenden Deckel des Tiegels, Gussstahl schmelzen.

In so ferne der angewendete Roh- oder Cementstahl nicht die für irgend eine Anwendung des Gussstahles genügende Menge von Kohlenstoff enthält, kann man die erforderliche Menge an Kohlen in den Tiegel zusetzen.

Der einige Zeit in vollkommenem Fluss erhaltene Stahl wird nach vorausgegangenem Umrühren in eiserne, aus zwei Hälften bestehende und durch Bänder zusammengehaltene, vorher erwärmte Formen gegossen und die dadurch erhaltenen Stücke mit Vorsicht ausgeschmiedet.

Da bis nun zu in Oesterreich der Gussstahl zur Erzeugung von Geschützrohren nicht in Anwendung kam, so wurde derselbe auch nur in kleineren Massen für den Guss vorbereitet, und dies geschah durch Umschmelzen des Cementstahls in Graphittiegeln, durch Zusammenschmelzen von Spiegeleisen mit Stabeisen, oder man liess das noch flüssige Roheisen gleich aus dem Hochofen in eiserne, mit feuerfestem Thone aus-

gekleidete Cylinder einfliessen, über deren Boden 6 bis 8 Düsen luftdicht eingepasst waren, die mit einem kräftigen Gebläse in Thätigkeit gesetzt wurden.

Sobald das Eisen in die Cylinder einfliesst, lässt man zugleich das Gebläse an, die Luft dringt durch die flüssige Roheisenmasse und veranlasst sofort eine lebhafte Verbrennung des Kohlenstoffes und der übrigen Verunreinigungen des Eisens, welche einen ausserordentlichen Hitzegrad hervorruft, dessen Entstehung auch das zum Theil mit verbrennende Eisen veranlasst. Die Entkohlung geht rasch vor sich und der so gebildete Stahl wird in noch flüssigem Zustande als Gussstahl abgelassen und verwendet.

In neuerer Zeit hat geschmiedeter Gussstahl (besonders aus der Fabrik von Krupp zu Essen in Rheinpreussen, und Grubitz in Karlswerk bei Neustadt-Eberswalde) eine ausgebreitetere Anwendung zur Erzeugung von Geschützrohren gefunden.

Der Gussstahl vereinigt bei günstiger Behandlung nahezu die Eigenschaften des Gusseisens und der Geschützbronze.

Er ist im Allgemeinen viel härter als Gusseisen und obgleich zerbrechlicher als die Bronze, steht er in Beziehung auf Zähigkeit doch nicht hinter dieser zurück.

Jedenfalls verdient der Gussstahl als ein zur Geschütz-Erzeugung geeignetes Metall die vollste Beachtung und dürfte in der Folgezeit die ausgebreitetste Anwendung finden.

Ueberdies bieten gezogene Gussstahl-Kanonen eine Widerstandsfähigkeit und Ausdauer, wie sie Geschütze dieser Art aus anderen Metallen kaum darbieten.

Schon 1848 wurde in Braunschweig ein Versuch mit einem Geschützrohre vorgenommen, welches nach den Ausmassen der bronz. engl. 12pf. Granatkanone aus Gussstahl von Krupp erzeugt war; im nächsten Jahre wurde von der preuss. Artillerie ein Versuch mit einer aus derselben Fabrik hervorgegangenen 3pf. Gussstahlkanone durchgeführt, und beide Versuche zeigten sehr günstige Resultate für die Anwendung von Gussstahl als Geschützmaterial.

Das 1856 in München versuchte, von Krupp für das bayerische 6pf. Kalbr. konstruirte gussstählerne Feldkanonenrohr, hatte gleichfalls 2000 Schüsse mit kalten und glühenden Kugeln und Kartätschenbüchsen bei der gewöhnlichen Feldladung ausgehalten, ohne messbare Veränderungen in der Seele gezeigt zu haben.

Auch die 1856 und 1857 in Oesterreich durchgeführten Versuche mit einem 6pf. Feldkanonen- und 30pf. Granatkanonenrohre aus Krupp'schem Gussstahl zeigten die günstigen Eigenschaften dieser Materie für den Geschützguss.

Im Jahre 1859 wurden bei Krupp 200 gussstähl. Geschützrohre für die französische Regierung bestellt, jedoch von ihm nicht geliefert; weiters hatte Krupp den Auftrag den grössten Theil der für die preussische Regierung zu liefernden Geschützrohre erhalten, und in neuerer Zeit für die englische Regierung die Lieferung von 500 dergleichen Rohre übernommen.

Die von dem bayerischen Artillerie-Obersten Weber (Vorstand der Geschützgiesserei in Augsburg) im J. 1855 angestellten Kohäsionsversuche mit aus der Krupp'schen Fabrik hervorgegangenen Sorten aus gehämmertem, schweissbaren Geschützgussstahle, lieferten nachstehendes günstiges Resultat

an absoluter Festigkeit eines rheinischen (bayer. Artillerie) Quadratzolles zu 676 Quadrat-Millimetres (nahe 1 Q.'' W. M.) bis zum zerreissen.

Sorte mit 1 Krone — 60209 Kilogr. (107515 Pfd. W. G.)
„ „ 2 „ — 61820 „ (110376 „ „)
„ „ 3 „ — 65639 „ (117212 „ „).

Ausser der Fabrik des Friedrich Krupp hat sich in der neuesten Zeit die Gussstahlfabrik des Otto Grubitz in Karlswerk bei Neustadt-Eberswalde durch den Guss von stählernen Geschützrohren hervorgethan.

(Diese Fabrik hat sich durch Herstellung schwerer gussstählerner Schmiedstücke schon seit Jahren einen ausgebreiteten Ruf erworben. Dieser, sowie die ausgezeichneten Eigenschaften des Fabrikats und der Umstand, dass Grubitz bereits mit Anfertigung von Gussstahlgeschützrohren für die österreichische und württembergische Regierung beauftragt wurde, und auch für andere Regierungen fertige Rohre geliefert hat, bürgen dafür, dass in Karlswerk Gussstahl-Geschütze von verlässlicher Güte ausgeführt werden können.) Die Fabrik von Grubitz verwendet zur Herstellung des Gussstahles nur bestes schwedisches Magnetstabeisen, dessen stets gleiche Qualität durch Kontrakte gesichert ist; sie besitzt die Einrichtungen, Stücke von 50 bis 60 Centner zu giessen, und zur Verarbeitung der Gussbarren ausser 2 durch Wasser getriebenen Schwanzhämmern, hohe Dampfhämmer von 6, 10, 15, 20 und 30 Centnern, und einen mit Oberdampf arbeitenden, direkt wirkenden Dampfhammer nach Daelens Patent, dessen Bär ein Gewicht von 100 Ctr. besitzt.

Die von dieser Fabrik gelieferten Sorten Gussstahl gaben mit den von Geschützrohren herabgeschmiedeten Schienen nach den Untersuchungen des österreichischen Artillerie-Obstl. Uchatius nachstehendes Resultat auf Kohäsionskraft:

Weicher Stahl 61555 Kilogr. (109919 Pfd. W. G.)
Harter „ 101427 „ (181118 Pfd. W. G.).

Die Festigkeit des nach der Methode Uchatius erzeugten Gussstahls wird von demselben selbst wie folgt angegeben:

Weicher Stahl — 56000 Kilogr. (99999 Pfd. W. G.)
Härtester „ — 78400 „ (139999 Pfd. W. G.).

Ein im Jahr 1857 vom französischen Artillerie-Komité zu Vincennes mit 2 der 12pf. Granatkanonen aus der Fabrik von Krupp durchgeführter Schiessversuch (Ausdauer-Versuch) hat gezeigt, dass nach 3000 Schüssen, welche aus jedem der beiden Rohre gegeben worden waren, die Bohrungen derselben beinahe ganz ungeändert geblieben sind, und der Zustand der Zündlöcher sehr zufriedenstellend war; was die grosse Widerstandsfähigkeit des Gussstahles gegen alle jene Ursachen beweist, durch welche Bohrungsbeschädigungen hervorgerufen werden.

Um eine zweite Eigenschaft des Gussstahles zu erproben, wurde eines der genannten Rohre mit einer 12pf. Feldkanone beschossen, und hiebei die Ueberzeugung gewonnen, dass der Gussstahl wohl zerbrechlicher als Bronze, jedoch dies viel weniger als Gusseisen sei, dass übrigens der Gussstahl den feinlichen Kugeln eben so gut wie Bronze, mehr aber als Gusseisen widerstehe. — Schliesslich wurde mit einem der beiden Rohre eine Gewaltprobe vorgenommen; zu diesem Zwecke wurden aus demselben

20 Schüsse mit 5 Pfd. 11 Lth. W. G. und 2 Kugeln,
10 „ „ 5 „ 11 „ „ „ „ 3 „
5 „ „ 10 „ 22 „ „ „ „ 6 „ gemacht; im

letzteren Falle war die Bohrung mit Ausnahme von 11 $^1/_3$'' W. M. ganz mit Pulver (30 $^1/_3$'') und Kugeln (26 $^1/_2$'') ausgefüllt. Die Bohrung des Rohres zeigte nach dem Beschiessen nicht die mindeste Beschädigung, was erkennen lässt, dass die Widerstandsfähigkeit des Gussstahls jener der Bronze oder des Gusseisens überlegen ist.

Schon in früheren Jahren ist die Ansicht laut geworden, dass die Geschützbronze in Hinsicht auf Ausdauer besonders bei gezogenen Rohren nicht mehr entspricht und in neuerer Zeit hat dieselbe eine immer grössere Verbreitung gefunden.

Obwohl nun in Oesterreich bei den Batterie-Geschütz-Rohren des neuen Systems, welche aus Eisen gegossen sind, bei der Vorzüglichkeit der verwendeten Eisenflossen und dem auf einem hohen Standpunkte stehenden rationellen Gussverfahren bei Erzeugung dieser Rohre das Gusseisen sich als Gussmateriale für Batterie-Geschütz-Rohre vollkommen bewährt hat, so erscheint doch die Anwendung desselben bei gezogenen Feldkanonenrohren bis nun zu nicht angezeigt, und solche Rohre aus Gussstahl aus der Fabrik Krupp in Essen oder Grubitz in Karlswerk dürften mehr entsprechen als bronzene oder eiserne Geschützrohre. (Zu diesem Ausspruche berechtigen wohl die französischen Versuche nach dieser Richtung im Jahre 1857, so wie neuere Erfahrungen.)

Im Uebrigen verweisen wir hier auf die Abschnitte — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Widerstandsfähigkeit“ — und — „Erzeugung des Rohres.“ —

ε. Metallkompositionen anderer Art.

§. 13. Diese finden sich zum Theil in metallenen Geschützrohren der älteren Gussperioden; — theils wurden in der Neuzeit mit einzelnen Legirungen Versuche durchgeführt.

Wir wollen im nachfolgenden nur die bedeutenderen dieser Metallkompositionen erwähnen.

Legirung von Kupfer, Zinn und Zink.

Diese Legirung, so wie Zusätze zur Kupferzinnlegirung von Blei, Antimonium und selbst von Eisen entsprechen im geringeren Masse als die jetzt angewendete Geschützbronze. Die letzteren Zusätze finden sich bei Geschützrohren älterer Gussperioden. Der Zusatz von 0·5 Schmiedeisen oder 0·0031 Schwefel zu 110 Theilen Geschützbronze zeigte keinen besonderen Einfluss auf die Festigkeit, doch zerriss eine mit Zusatz von 0·25 Blei gegossene Stange von 1 Q.'' bei sehr unbedeutender Belastung.

Hier muss erwähnt werden, dass bei einem im k. k. Arsenale zu Wien im Jahre 1860 durchgeführten Versuche, die Festigkeit der Bronze durch einen Zusatz von Eisen beim Schmelzprocesse sogar bis zu 395 Ctr. gesteigert wurde; jedoch ist dabei zu beachten, dass die Festigkeit des Metalls allein, seine grössere Verwendbarkeit zum Geschützguss noch nicht ausspricht.

Kupferzinnlegirung mit Messing kombinirt.

Diese Legirung zeigte bei einem Versuche in Wien mit einem 6pf. Kanonenrohr von Knpfer, Zinn und Messing (100 Kupfer, 11 Zinn und 6 Messing) eine bei weitem geringere Ausdauer als jene der normalen

Legirung von Kupfer und Zinn. Die absolute Festigkeit derselben auf 1 Q.″ war 198 Ctr.

Legirung von Kupfer und Aluminium (Aluminiumbronze).

In der neuern Zeit wurden Versuche mit einem Geschützrohre aus dieser Legirung durchgeführt, die günstig für die Ausdauer und Widerstandsfähigkeit dieses Rohres sprachen. — Eine endgiltige Entscheidung über die Anwendbarkeit dieser Legirung ist jedoch bei diesem Versuche nicht erzielt worden, und bleibt dieselbe der Zukunft vorbehalten. Das Verhältniss der beiden Metalle in dieser Legirung war 91 Thl. Kupfer und 9 Thl. Aluminium.

Der Fabrikant Christofle in Paris, welcher die Aluminiumbronze (eine Legirung von 90 Thl. Kupfer und 10 Thl. Aluminium) wegen ihrer Härte und Zähe mit dem besten Erfolge zu Zapfenlagern und Reibungsflächen im Maschinenbaue angewendet hat, empfiehlt zwar vor Kurzem die Aluminiumbronze ebenfalls als Geschützmaterie, und der Büchsenmacher Lancaster in London liess sich schon im Jahre 1858 ein Patent auf Anwendung der Aluminiumbronze für Gewehrläufe und Geschützrohre geben, indem er behauptet, dass sich diese Legirung für Geschütze jeder Grösse sehr vortheilhaft eignet, da ihre absolute Festigkeit auf einen englischen Quadratzoll 97000 englische Pfunde (78571 Pfd. W. G. oder 44000 Kilgr.) betrage und bei der besten britischen Geschützbronze aber nur 32000 engl. Pfd. (25919 Pfd. W. G. oder 14515 Kilgr.) sei. Allein anderwärts angestellte Versuche lieferten nicht dieses günstige Resultat; so weiset der bayerische Artillerie-Oberst Weber unter denselben Verhältnissen nach, dass (nach Burg's Untersuchungen) die Aluminiumbronze auf 1 rheinisch. Quadratzoll (nahe 1 Q.″ W. M.) bei einer Probe wohl 44162 Kilgr. (78860 Pfd. W. G.), bei einer andern aber nur 33966 Kilgr. (60653 Pfd. W. G.) Kohäsionskraft zeigte. Nach den Untersuchungen Weber's beträgt dagegen bei dem Krupp'schen ausgehämmerten Geschützgussstahle die Kohäsionskraft auf 1 rheinischen Quadratzoll 62556 Kilogrammes (auf 1 Q.″ W. M. — 111700 Pfd. W. G.).

Mag auch angenommen werden, dass Aluminiumbronze und Gussstahl gleiche Kohäsionskraft, Ausdauer und Widerstandsfähigkeit besitzen, so entscheidet der Kostenpunkt für die Annahme der letztern Materie, von welcher die Geschützrohre eher etwas billiger als von Geschützbronze zu stehen kommen, während die Rohre aus Aluminiumbronze jedenfalls viel höher zu stehen kommen würden, als diejenigen aus Geschützbronze.

(Nach einer Berechnung des Dr. Briegleb soll ein Rohr aus Aluminiumbronze $\frac{1}{2}$mal theuerer als das gleiche Rohr aus der gewöhnlichen Geschütz-Bronze sein.)

Kupfer mit Phosphor soll nach englischen Versuchen eine Metallsorte geben, welche in jeder Beziehung der gewöhnlichen Geschützbronze überlegen ist, und eine etwa zweimal so grosse Festigkeit als diese besitzt. Nähere Daten hierüber sind jedoch bis nun zu nicht bekannt.

Aich-Metall (schmiedbares Messing).

In neuerer Zeit wurde diese Metall-Komposition (Kupfer, Zink und ein Zusatz von Eisen) wegen ihrer grossen absoluten Festigkeit zur Erzeugung von Feuerwaffen anempfohlen.

Die absolute Festigkeit auf den Quadratzoll ist nahezu 360 Ctr. (nach Smola bis 340 Ctr.) bei Geschützbronze; 330 Ctr. bei Geschützgusseisen; 590—620 Ctr. bei Armstrongskanoneneisen; und 700—1000 Ctr. bei Gussstahl; — während sie bei der genannten Metallkomposition 550, und im gehämmerten Zustande sogar 800 bis 900 Ctr. auf den Quadratzoll erreichen soll.

Allein hier kann die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass für's erste die grosse absolute Festigkeit einer Metallkomposition allein, dieselbe noch nicht als entsprechend zur Erzeugung von Feuerwaffen bezeichnen kann, und dass weiter die Art der Bestimmung der absoluten Festigkeit dieser Metallkomposition nicht unbeachtet gelassen werden darf.

Der kombinirte Ausdauerversuch, der mit 7 Zoll langen Rohren aus Bronze, Schmiedeisen und dieser Metallkomposition gemacht wurde, kann in Rücksicht seiner Anlage und Ausdehnung durchaus nicht als massgebend angesehen werden; — derselbe zeigte im Uebrigen unter den erwähnten Umständen günstige Resultate für das Aich-Metall.

Eine durch ihren Härtegrad sich auszeichnende Varietät desselben ist das später von Rosthorn angegebene Sterometall.

(Das genannte Metall ist von dem österreichischen Techniker und vormaligen Artilleristen Aich vor einigen Jahren erfunden und nach ihm benannt worden.)

Anmerkung. Wie verschieden übrigens die absoluten Festigkeiten der Geschützmaterien — u. z. von solchen Rohren, die für den Schiessgebrauch vollkommen geeignet sind, — sein können, zeigt die dem Geschützguss angehängte Betrachtung über die Festigkeit und Dichte des Gusseisens und der Geschützbronze genügend.

3. Innere und äussere Form des Rohres.

α. Allgemeine Betrachtung beim glatten Rohre.

Form der Bohrung im Allgemeinen.

§. 14. Der wichtigste Theil eines jeden Geschützrohres ist unstreitig die innere Höhlung, d. i. die Bohrung oder die Seele; denn sie ist bestimmt das Triebmittel und das Geschoss aufzunehmen und dem letzeren die beabsichtigte Richtung anzuweisen.

Das geeignetste und bis nun zu als beste anerkannte Triebmittel für Geschosse ist das Schiesspulver.

Dieses Schiesspräparat gelangt nach seinem Entzünden derart zur Wirksamkeit, dass es in einer äusserst kurzen Zeit eine grosse Menge expansibler Gase entbindet, welche in einem engen Raum eingeschlossen sich mit grosser Kraft nach allen Richtungen auszudehnen suchen. Das Pulver äussert seiner Natur nach unter gleichen Verhältnissen und bei ganz gleichen Mengen eine desto grössere Wirkung, in je engerem Raume es verbrennt. Je mehr aber der Raum zunimmt, in welchem sich die expansiblen Gase ergiessen, desto mehr nehmen auch diese an Spannkraft ab.

Der Gasstrom wird hiebei naturgemäss in seinem Hauptzuge sich nach jener Richtung ausbreiten, nach welcher er die vorliegenden Hindernisse am leichtesten zu beseitigen im Stande ist. Die allseitige Ausdehnung der Gase kann man leicht durch die Umschliessung, d. i. durch die

Bohrungswände des Rohres begrenzen und den Gasstrom nach jener Richtung leiten, nach welcher das vorgelegte Geschoss bewegt werden soll.

Rücksichtlich der eben angeführten Sätze soll die Bohrung eines Geschützrohres so angeordnet werden, dass die durch die Verbrennung entwickelten hochgespannten Gase des Schiesspräparates die möglichst günstigste Umschliessung und die geeignetste Direktion gegen das zu bewegende Geschoss erhalten, und dass diesem während der Bewegung innerhalb des Rohres die beabsichtigte Richtung auf die einfachste Art angewiesen wird.

Damit dem Geschosse innerhalh der Bohrung so wenig als möglich Triebkraft entzogen und die beabsichtigte Bewegungsrichtung auf eine einfache Art angewiesen werde, muss:

1. Der Verbrennungsraum des Schiesspräparates möglichst günstig gestaltet;

2. die Bohrung nach der Richtung der Geschossbewegung geradlinig; und endlich, damit möglichst wenig Gase nutzlos entweichen,

3. das Projektil von der Bohrung so enge als möglich umschlossen werden.

Der ersten Forderung entspricht im Allgemeinen ein durch die kleinste Oberfläche umschlossener Raum am Verbrennungsorte des Pulvers; — in welchem gleichzeitig bei sonst gleichen Umständen die Ladung in der kürzesten Zeit sich entzündet und verbrennt, und bei welcher am wenigsten von der durch den Verbrennungsakt des Pulvers entwickelten Wärme abgeleitet wird.

Zieht man die hier anwendbaren Formen der Reihe ihres Entsprechens nach in Betracht, u. z. Kugel-, Ellips-, Birn-, Cylinder- und Kegelform, und nimmt hiebei auf die leichte Erzeugung und zweckmässige Einrichtung des Rohres für die Bedienung — und möglichst grösste Wirkung desselben Bedacht; — so erkennt man, dass eine Vereinigung der Cylinder- oder Kegelform mit der Kugelform zum Abschluss der Bohrung kombinirt, dieser Forderung noch am vollständigsten entspricht. — Vom Geschosslager bis zur Mündung ist die Cylinderform, mit Bezug auf die unter 2. ausgedrückte Forderung ausgesprochen, die anwendbarste, die nur in der Nähe der Mündung in einen Konus übergehen kann, da bei den gegenwärtig im Gebrauche stehenden Geschossen der auf ihre Längenachse senkrechte Querschnitt ein Kreis ist.

Bei den eingeführten Geschützrohren mit glatter Bohrung finden sich auch nur die eben erwähnten drei Formen kombinirt.

Um der dritten Forderung zu genügen, muss der Bohrungscylinder das Geschoss möglichst enge umschliessen, wenn das Entweichen der gespannten Pulver-Gase vermieden und daher die Wirkung derselben auf das Geschoss möglichst begünstigt werden soll. Dass endlich bei der Verbindung der einzelnen Formen der Bohrung alle scharfen Ecken und Kanten vermieden werden müssen, findet seine Begründung darin, weil die Rohre an diesen Stellen am leichtesten vom Pulvergase angegriffen werden und daselbst Risse und Sprünge entstehen.

Bei grossen Ladungen gibt man dem Verbrennungsraume den gleichen Durchmesser, wie dem übrigen Theile der Bohrung, das heisst man lässt beide einen einzigen Cylinder bilden.

Hiedurch wird die Konstruktion und Erzeugung des Rohres vereinfacht, und die Ladung (Patrone) kann noch immer jene Gestalt erhalten, welche den Verbrennungsprocess genügend begünstigt und den anderweitigen Anforderungen an dieselbe entspricht.

Ist hingegen die anzuwendende Ladung und somit auch ihr Volumen in Bezug auf jenes des Geschosses sehr klein, dann muss die Bohrung am Verbrennungsorte der Ladung, um diese in einen den oben geforderten Eigenschaften entsprechenderen Raum zu bringen, verengt werden. Man nennt diesen verengten Theil der Bohrung Kammer, — jenen vom Geschosslager bis zur Mündung den Flug.

Bei dieser Gestalt des Verbrennungsraumes kommt sonach noch die entsprechendste Form der Verbindung der genannten beiden Theile der Bohrung ins Auge zu fassen. — Dieselbe muss einer sicheren Lagerung des Geschosses, einem möglichst innigen Anschlusse desselben an die Ladung und der kleinsten Umhüllungsfläche beim Anschlusse möglichst entsprechen. Diesen Bedingungen scheint die Konus- oder Halbkugelform noch am besten zu genügen. — Die Verbindung von Kammer und Flug heisst Wölbung.

Form der Bohrung bei Kanonen.

§. 15. Form der Bohrung am Verbrennungs-Raume. Der hinter dem Geschosslager befindliche Theil der Bohrung, in welchem die bewegende Kraft erzeugt wird, und welcher die Bestimmung hat, die Pulverladung aufzunehmen, heisst Verbrennungsraum, Pulversack, oder Patronen-Lager.*) Seine Gestalt ist im Allgemeinen auf die Wirkung des Pulvers von desto grösserem Einflusse, je kleiner die Ladung im Verhältnisse zum Geschossgewichte ist. Man fordert von diesem Raume, wie bereits erwähnt, dass er die grösstmögliche Wirkung der entwickelten Pulvergase gegen das Geschoss nach der Richtung der Rohrachse, oder in der Richtung der zur Rohrachse parallelen Geschossschwerlinie gestatte, dass diese Wirkung gleichförmig sei und das Rohr möglichst wenig alterire, endlich dass er eine gefahrlose, schnelle und leichte Bedienung gestatte.

Der 1. Forderung wird entsprochen, wenn der Verbrennungsraum die Entzündung und Verbrennung des Pulvers begünstigt, ferner wenn die Achse dieses Raumes mit der Achse der Bohrung übereinfällt, oder wenn die zur Rohrachse parallele Schwerlinie des geladenen und gelagerten Geschosses durch den Schwerpunkt der Querschnittsfläche des Verbrennungsraumes geht.

Die entsprechendste und gleichförmigste Wirkung auf das Geschoss fordert überdies, dass die Oeffnung des Verbrennungsraumes genügend gross, am besten aber im Querschnitte ebenso gross wie das Geschoss sei.

Um die Entzündung und Verbrennung des Pulvers möglichst zu begünstigen, verlangt die Theorie, wie erwähnt, einen Raum, welcher die Ladung sehr enge, und zwar mit der kleinstmöglichen Oberfläche umschliesst, und dabei den grösstmöglichen Kubikinhalt hat, denn je kleiner die Oberfläche bei einem festgesetzten Inhalte ist, desto schneller wird die Ent-

*) Patronen- und Geschosslager repräsentiren den Ladungsraum der Bohrung.

zündung und Verbrennung des Pulvers vollendet sein, desto geringer der Wärmeverlust und desto grösser die Spannkraft des Pulvergases auf die Flächeneinheit des Querschnittes werden. Dieser Bedingung würde die Kugelform vollkommen entsprechen, allein sie ist nicht anwendbar, weil sie eine grosse Oeffnung des Verbrennungsraumes nach vorwärts ausschliesst. Man pflegt daher blos die Halbkugel zu verwenden und dieselbe, wie früher gesagt, mit dem Cylinder zu verbinden. Die andern, der Kugel mehr oder weniger nahe stehenden Formen, die im §. 14 verwähnt wurden, wie z. B. die Ellypsoiden- und Birn-Form etc., sind (etwa mit Ausnahme des Paraboloides) als Umschliessungsformen für den Verbrennungsraum unzweckmässig.

Ausser der Verbindung der Halbkugel mit dem Cylinder bietet der gleichseitige Cylinder mit ebenen Grundflächen die beste Form für den Verbrennungsraum.

Unter die minder entsprechenden Formen des Verbrennungsraumes kann man ausser den schon angeführten in den meisten Fällen auch die Kegelform zählen; allein ihre Nachtheile werden in dem Masse abnehmen, als die Ladung im Verhältnisse zum Geschossgewichte grösser wird und als sich die konische Form in ihren Abmessungen mehr dem gleichseitigen Cylinder nähert.

Die von der Theorie geforderte enge Umschliessung der Pulverladung steht der möglichsten Konservirung des Rohres gerade entgegen. Diese fordert nämlich einen Verbrennungsraum, der zwischen dem Pulver und der Bohrung einen mehr oder weniger grossen Raumtheil frei lässt, in dem sich die Gase ausdehnen, und dem zufolge mit einer der Grösse dieses Raumtheils entsprechenden Verminderung ihrer Spannkraft gegen die Rohrwände wirken.

Diese Bedingung lässt sich durch die sogenannte verlängerte Ladung (verlängerte Patrone, cartouche allongée) erreichen, ohne die Gesammtwirkung der Pulvergase auf das Geschoss zu vermindern. Doch muss bei der Anwendung dieser Patrone die Hülse oder der Sack, in welchem die Pulverladung eingeschlossen ist, zweckmässig proportionirt sein.

Da die Patronen-Säcke bei Kanonen in ihrer Hauptform cylindrisch sind, so gibt man denselben gewöhnlich einen etwas kleineren Durchmesser als dem Verbrennungsraume. Aber selbst bei der Anwendung verlängerter Patronen soll die Forderung der Theorie möglichst erfüllt werden, dass der Verbrennungsraum bei kleinster Oberfläche den grössten Kubikinhalt einschliesse. Was die möglichst innige Umschliessung des Projektils durch die Bohrungswand im Geschosslager betrifft, so verweisen wir dieserwegen auf — „Spielraum bei Kanonen" — §. 30.

Wegen der Konservirung des Rohres sollen, wie im §. 14 bemerkt wurde, die Wände des Verbrennungsraumes keine Kanten, Ecken oder Winkel bilden, weil an und in denselben gewöhnlich die Zerstörung des Rohres, das Zersetzen oder Ausfressen etc. des Metalles, durch die grosse Spannkraft, hohe Temperatur und chemische Wirkung der Pulvergase beginnt.

Diese Kanten, Ecken und Winkel sind es auch, in denen sich während des Schiessens die Pulver- und Sackrückstände verschlagen, und die in Folge dessen die Bedienung erschweren und gefahrvoll machen.

Man pflegt deshalb bei der Konstruktion der Bohrung die Kanten,

Ecken und Winkel im Verbrennungsraume thunlichst zu vermeiden, oder dieselben durch Abrundungen mit grossen Halbmessern möglichst unschädlich zu machen.

Was die Form des Stossbodens, das ist die Abschliessung des Verbrennungsraumes insbesondere betrifft, so bleibt zu bemerken: Die Bohrung resp. der Ladungsraum ist rückwärts durch den Stossboden geschlossen, dieser bildet daher einen für die Wirkung der entwickelten Pulvergase wesentlichen Theil des Verbrennungsraumes. Der Stossboden richtet sich in seiner Gestalt nach der gewählten Form des Verbrennungsraumes, und kann dem zufolge entweder gewölbt (hablkugelförmig oder segmentartig) oder eben sein. Der nach einer Halbkugel vom Durchmesser des Verbrennungsraumes gewölbte Stossboden muss in jeder Beziehung als der zweckmässigste bezeichnet werden. Er entspricht der kleinsten Oberfläche des Verbrennungsraumes, und begünstigt die Ausdauer und das freie Ausschwingen des Rohrmetalles besser als jede andere Gestalt.

Der ebene und senkrecht auf der Rohrachse stehende Stossboden scheint die Wirkung der einzelnen Elemente der Pulvergase parallel zur Rohrachse zu begünstigen und einen gleichmässigen Druck auf jedes Element der ihm zugewendeten Geschossoberfläche zu gewähren. In wie fern diese Vermuthung gerechtfertigt sei, müssen erst einschlägige Versuche zeigen. Der Nachtheil der ebenen Stossbodenform liegt hauptsächlich in dem scharfen Rande, welchen dieselbe mit den Bohrungswänden bildet.

Ist dieser Rand nicht mit einem ziemlich grossen Halbmesser abgerundet, so kann durch die bei jedem Schusse eintretende Ausdehnung und Erschütterung der Rohrwände der Stossboden um so leichter abgetrennt, werden, als sich auch die entbundenen Pulvergase bei ihrer Wirkung nach rückwärts in den durch den Rand begrenzten Raum einpressen und keilartig auf das Auseinanderreissen des Rohrmetalles an dieser Stelle wirken.

Der gewölbte Stossboden kann auch segmentförmig abgerundet werden und man wählt diesfalls für die Wölbung gewöhnlich den Durchmesser der Bohrung als Abrundungshalbmesser. Diese Stossbodenform liegt zwischen den beiden schon beschriebenen Formen und hat nahe den Nachtheil der ebenen Form, ohne jedoch den Vortheil des halbkugelförmig abgerundeten Stossbodens ganz zu erreichen.

Die Form des Stossbodens — im Vereine mit jener des Verbrennungsraumes überhaupt — hat nach dem Gesagten Einfluss auf die Metallstärke des Rohres am Bodenstücke, und auf die Schussweite. Was den 1. Punkt betrifft, so ist der Erfahrung zufolge die Form des Stossbodens von geringerer Bedeutung, da die Metallstärke an diesem Theile des Rohres jederzeit so stark gemacht wird, dass die ebene, halbkugelförmige oder segmentartige Form des Stossbodens auf die leichtere oder schwerere Zersprengbarkeit des Rohres ohne wesentlichen Einfluss bleibt. In Hinsicht der Schussweite ist vorangehend das oben über die den Verbrennungsraum ausfüllenden oder allongirten Patronen Gesagte zu beachten, weiters muss mit Bezug auf die Form des Stossbodens auch noch die hintere Gestalt der Patrone in Betracht gezogen werden. Hat diese am hinteren Ende die gedrückte Eiform (Froschmaul) oder eine ihr nahe kommende, so entsteht im Rohre immer ein leerer Raum am Stossboden, welcher, je nach der Form des letzteren, bald bedeutend bald minder bedeutend wird,

und dadurch dem Pulvergase gleich anfänglich eine bald grössere bald minder grosse Ausdehnung erlaubt, und hiedurch die Einwirkung desselben auf das Geschoss mehr oder minder abschwächt.

Wie gross der Einfluss der verschiedenen Formen des Stossbodens auf die Schussweite sei, zeigen auch die 1827 zu Pesth mit 18- und 24pf. Batterie-Kanonen ausgeführten Versuche.

Aus diesen Versuchen folgte:

1. Dass die Form des Stossbodens allerdings einen Einfluss auf die Schussweite habe.

2. Dass die segmentartige Abrundung die Schussweite vergrössert, und zwar in desto grösserem Verhältnisse, je anpassender der zwischen Patrone und Stossboden entstehende leere Raum zur Grösse der Ladung ist.

(So fand man bei diesen Versuchen die Vergrösserung der Schussweiten des 18-Pfünders bedeutend, während selbe beim 24-Pfdr. nur unbeträchtlich war, auch selbst vier Mal negativ ausfiel; welch' letzterer Umstand jedoch nur daher rühren mag, dass hier die mittleren Schussweiten noch durch zufällige Ursachen verändert wurden.)

Bei den glatten Kanonen der österreichischen Artillerie (nach 1823 gegossen) hat die cylindrische Bohrung am Stossboden die Form eines mit dem Bohrungs-Durchmesser gebildeten Kugelsegments.

Bei den neueren glatten Kanonen des Schiffgeschützes und auch bei einigen älteren ist der Stossboden halbkugelförmig abgerundet. (Bei einigen älteren, wie bei den ursprünglich für die Korvetten — „Karolina" und „Diana" — bestimmt gewesenen 18-Pfündern ist die Bohrung im Pulversack konisch zulaufend und der Stossboden entweder flach geschlossen und an den Ecken mit $^1/_4$ Kaliber abgerundet, oder mit dem Durchmesser der Bohrung abgerundet.)

§. 16. Form der Bohrung zwischen dem Geschosslager und der Mündung. — Für die Form dieses Theiles der Bohrung ist, wie im §. 14 erwähnt wurde, die Cylinderform die entschieden günstigste, die nur in der Nähe der Mündung in die Kegelform übergehen kann. Bei Kanonen wurde blos die cylindrische Form angenommen.

Bei allen Geschützen ist der Mündungsrand auf $^1/_4$ Zoll Tiefe, sowie auch alle sonst vorkommenden scharfen Ecken abgekantet.

Form der Bohrung bei Kammergeschützen.

§. 17. Für Kammerbohrungen gelten im Allgemeinen dieselben Grundsätze wie für Kanonenbohrungen; — bei der Betrachtung derselben ist die Form der Kammer, der Wölbung und des Fluges zu beachten.

Wenn die Ladung im Verhältnisse des Geschosses sehr klein ist, so wird die Patrone, deren Durchmesser jenem der Bohrung nahezu gleich sein soll, nicht nur sehr kurz und unförmig ausfallen, sondern auch das Laden und Abfeuern erschweren. Je kleiner die Länge des Verbrennungsraumes im Vergleiche zum Durchmesser der Bohrung wird, desto mehr entfernt sich seine Form von jener des gleichseitigen Cylinders, desto mehr muss demnach die Wirkung der Ladung geschwächt werden. Um nun diese Uebelstände zu beseitigen, ist man genöthigt dem Verbrennungsraume einen kleineren Durchmesser als dem Bohrungskaliber zu geben, daher in der Bohrung für die Aufnahme der Pulverladung eine

Kammer anzubringen; wonach dieselben auch Kammerbohrungen heissen.

Auch bei der Form der Kammer ist nur die Kugel-, Kegel- und Cylinderform in Betracht zu ziehen.

Bei der Wölbung, d. i. der Verbindung der Kammer mit dem Fluge, ist die konische oder kreisförmige Gestalt die entsprechendste; — u. z. wegen der möglichsten Annäherung des Projektils an die Ladung, wegen der Begünstigung der Wirkung des Pulvers auf das Geschoss und der entsprechenden Lagerung des Letzteren im Fluge. Die Kegelform verdient bei grossen Kammergeschützen in vieler Beziehung den Vorzug vor der Halbkugelform.

Bei dem Fluge entscheiden für die Form dieselben Betrachtungen, wie für den Bohrungsraum zwischen dem Geschosslager und der Mündung bei Kanonen.

Was die Abmessungen der Kammer bei den einzelnen Kammergeschützen, mit Rücksicht auf die bei denselben eingeführten vollen Kammerladungen (grössten Ladungen) betrifft, so bestimmen sich dieselben aus der Grösse dieser Ladungen und dem eigenthümlichen Gewichte des Pulvers unter der Bedingung, dass die Oberfläche derselben, zur Erzielung der schnellsten Entzündung und Verbrennung der Ladung, ein Kleinstes sei, und mit weiterer Berücksichtigung derselben Grundsätze, welche im Vorhergehenden für die Konstruktion des Verbrennungsraumes der Ladung bei Kanonen, entwickelt wurden.

Wählt man z. B. die Cylinderkammer mit halbkugelförmiger Abrundung, und bezeichnet:

k den Kubikinhalt der Kammer,
y die Länge des cylindrischen Theiles,
x den Halbmesser des Cylinders und des halbkugelförmigen Abschlusses desselben; so hat man:

$$k = \pi x^2 y + {}^2/_3\, \pi x^3, \text{ und daraus } y = \frac{k}{\pi x^2} - \frac{2}{3}\, x.$$

Für die Oberfläche O der Kammer, wozu man auch den Flächeninhalt der kreisförmigen Oeffnung zählen muss, ergibt sich:

$$O = 2\pi x y + 3\pi x^2,$$

und für y den obigen Werth gesetzt:

$$O = \frac{2k}{x} + {}^5/_3\, \pi x^2.$$

Weil diese Oberfläche ein Kleinstes sein soll, so muss:

$$\frac{dO}{dx} = \frac{2k}{x^2} + \frac{10}{3}\pi x = 0 \text{ sein, woraus } x = \sqrt[3]{\frac{3k}{5\pi}}, \text{ oder } k = {}^5/_3\, \pi x^3 \text{ folgt.}$$

Setzt man diesen Werth von k in die Gleichung für y, so ist $y = x$, und daher die ganze Länge der Kammer $x + y = 2x$.

(D. i. die Länge gleich dem Durchmesser der Kammer.)

Anmerkung. Der Forderung der kleinsten Oberfläche kann bei Mörserkammern mehr, als bei Haubitzkammern entsprochen werden.

Ist die Grösse der Ladung G Pfund, und das eigenthümliche Gewicht des Pulvers s, so ist:

$$G = ks = \frac{5}{3} \pi x^3 \text{ und hieraus } x = \sqrt[3]{\frac{3G}{5\pi s}}.$$

Nicht nur die Grösse der Oberfläche, sondern auch die Grösse der Kammeröffnung hat auf die Wirkung des Pulvers auf das Geschoss einen erheblichen Einfluss, wesshalb man bei der Konstruktion einer Kammer beide Grössen berücksichtigen muss. Schliesslich ist bei der Konstruktion der Kammer auch auf die kleineren Ladungen, welche bei den Kammergeschützen zur Anwendung kommen, die gehörige Rücksicht zu nehmen.

§. 18. Kammer der Haubitzen. — Die Kammern der österr. Haubitzen sind nach den im §. 17 und 15 angegebenen Grundsätzen konstruirt. Dass übrigens die Form der Haubitz-Kammer, auch mit Rücksicht auf die, bei denselben zur Anwendung kommenden kleineren Ladungen, nicht gleichgiltig sein könne, bedarf wohl keines Beweises. Bei der Haubitze ist überdies die Gestalt der Kammer ganz wesentlich von der schicklichen Gestalt der Patrone abhängig.

Allen diesen Anforderungen entspricht die cylindrische Kammer mit segmentförmigem Abschlusse (Stossboden) noch am besten.

Eine solche Kammer erlaubt den Gebrauch grosser und kleiner Patronen mit gleicher Leichtigkeit, das Laden ist bequem, und sie kann am leichtesten gereiniget werden. Auch behalten die cylinderförmigen Patronen ihre Form am längsten während des Transportirens bei, und lassen sich am leichtesten verpacken. Aus diesen Gründen verdient die cylindrische Kammer den Vorzug vor allen übrigen Kammerformen.

Die Abmessungen der Haubitz-Kammer bestimmen sich nach der grössten angenommenen Ladung nach dem im §. 17 entwickelten theoretischen Kalkül mit der Berücksichtigung, dass die Weite der Kammer zur Länge derselben ein solches Verhältniss habe, damit auch die kleinste der in Anwendung kommenden Patronen, noch eine angemessene Cylinderform bekommen könne.

Der Erfahrung zufolge soll sich dem entsprechend die Weite zur Länge der Haubitz-Kammer ungefähr wie 1 : 2 verhalten.

Bei den bei uns eingeführten Haubitzen ist die Kammer cylindrisch, und durch ein mit dem Durchmesser der Kammer gebildetes Kugelsegment geschlossen.

(Die Karronaden-Rohre des Schiffgeschützes haben eine konische Kammer, welche rückwärts halbkugelförmig geschlossen ist.)

§. 19. Wölbung. — Damit sich die Kammer mit dem Fluge gut verbinde und die scharfen nachtheiligen Ecken vermieden werden, weiters das aus der Kammer hervorströmende Pulvergas sich nicht sogleich ausbreite, sondern mit hinlänglicher Kraft auf das Geschoss wirke, werden beide durch die Wölbung verbunden. Die Verbindungslinie kann entweder gekrümmt oder gerade sein. Jede dieser Verbindungslinien hat ihre Vortheile, doch scheint die erste Art den Vorzug zu verdienen, da hier der Raum hinter der Granate am kleinsten wird. In jedem Falle muss die Verbindungslinie so flach gehalten werden, damit das Geschoss bei jeder Stellung des Rohres sich möglichst innig an die Ladung anschmiege und eine feste Lagerung erhalte.

Der Halbmesser der Wölbung ist bei den 7pfd. Haubitzen = 2″ 0‴ 9^{IV}, bei der 10pfd. bronz. Batteriehaubitze = 2″ 3‴ 10^{IV}, bei den eisernen 7pfd. Battr. Haubitzen des neuen Systems = 2″ 0‴ 4^{IV}, bei den anderen Haubitzen des neuen Batteriegeschützes gleich dem Halbmesser der Granate. (Die 30pfd. Granatkanone der Land-Artillerie hat eine konische Verbindung des Fluges mit der Kammer. — Die Kammer der Karronaden-Rohre des Schiffgeschützes ist mit dem Fluge durch flache Bögen verbunden.)

§. 20. Flug. — In Bezug auf die Form des Fluges bei Haubitzen gilt das in den §§. 14 und 16 mit Bezug auf den Bohrungsraum vom Geschosslager bis zur Mündung bei Kanonen Gesagte. Der Flug der Haubitzen ist cylindrisch.

(Bei der 30pfd. Granatkanone ist die Bohrung an der Mündung um 8‴ konisch bis 6″ 9‴ einwärts zulaufend erweitert; ein ähnliches gilt von der Bohrung der Karronaden-Rohre.)

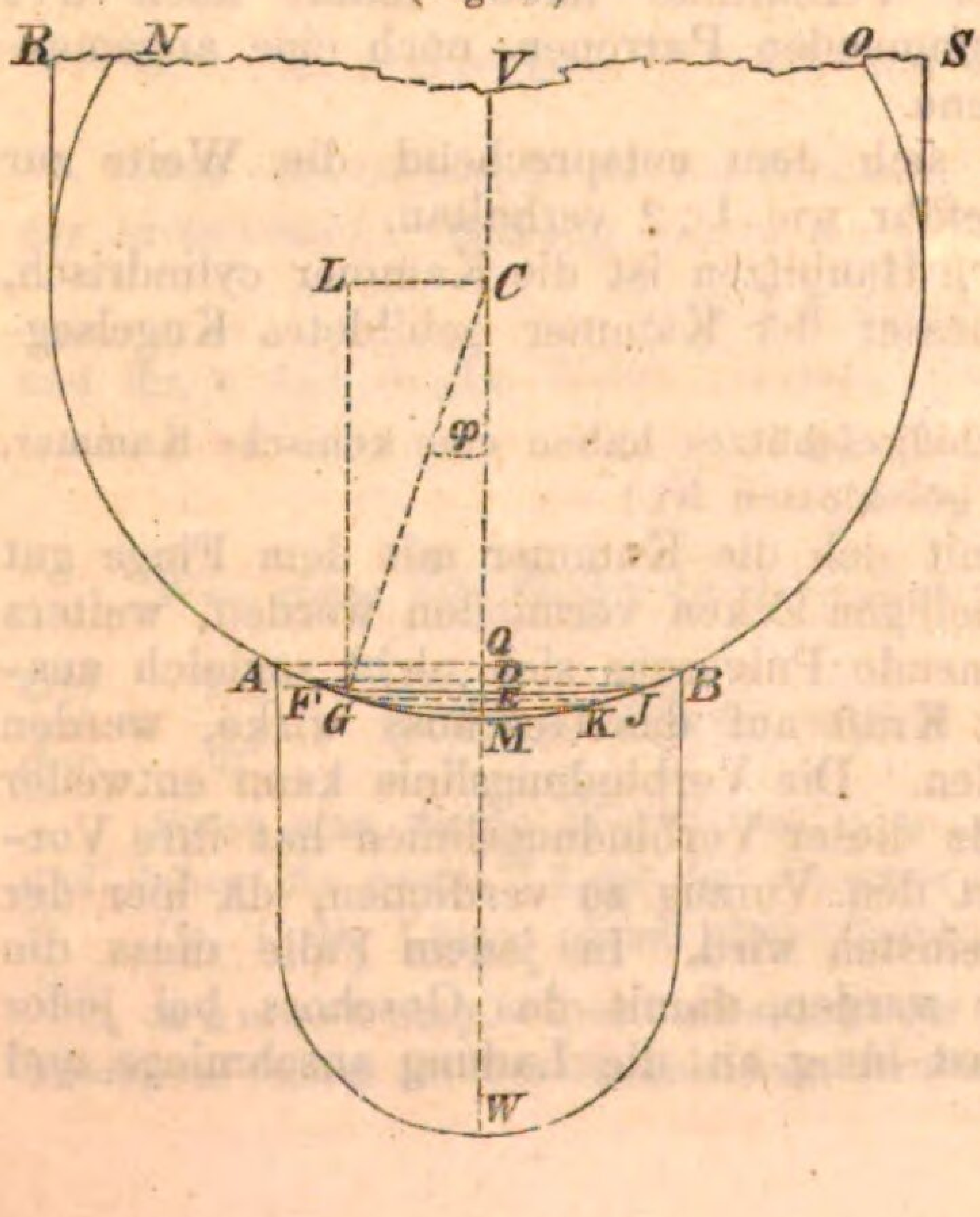
Bei allen Geschützen ist der Mündungsrand auf $^1/_4$ Zoll Tiefe, sowie auch alle sonst vorkommenden scharfen Ecken abgekantet.

§. 21. Kammer der Mörser. — Bei den Mörsern hat die Gestalt der Pulverpatronen weniger Einfluss auf die Form der Kammer, als bei Haubitzen, da man die Mörser fürs Erste nicht immer mit Patronen ladet, und solche im Falle der Anwendung erst an Ort und Stelle mit Pulver füllt; fürs zweite bei denselben auch eine grosse Verschiedenheit der zur Anwendung kommenden Ladungen vorkommt. Man hat daher bei der Konstruktion einer Mörserkammer auf die Patrone eine geringere Rücksicht zu nehmen, und kann sonach dem im §. 17 entwickelten Kalkül bezüglich der kleinsten Oberfläche der Kammer eine höhere Berücksichtigung zuwenden.

(Bei Mörsern kommt diesem entsprechend die Länge und der Durchmesser der Kammer auch wirklich nahe überein.)

Die gewöhnlichen bei Mörsern üblichen Kammern sind entweder cylinderförmig, kegelförmig oder Kammern à la Gomer. Diese 3 Arten lassen jedoch wieder sehr verschiedene Modifikationen zu, die in ihrem Einflusse auf die Wirkung der Ladung ebenfalls differiren.

(Fig. 6.)



Im Allgemeinen lässt sich eine Mörserkammer, mit Rücksicht auf den Einfluss ihrer Konstruktion auf die Wirkung der Pulverladung, aus drei Gesichtspunkten betrachten, u. z.:

1. im Hinblick auf die zu erreichende grösste Wurfweite;

2. in Rücksicht auf die grösste Wahrscheinlichkeit des Treffens; und

3. in Hinsicht der Ausdauer des Mörserrohres.

ad. 1. In Hinsicht der Wurfweite ist zu beachten, dass bei übrigens gleichen Umständen vorzüglich die vordere Kammerweite

und die Oberfläche der Kammer von wesentlicher Einwirkung auf die zu erreichende Wurfweite sind. Um den Einfluss und Zusammenhang dieser beiden Theile näher zu betrachten, stelle AMB, Fig. 6, das Segment einer in die Bohrung eingeführten Bombe vor.

Auf einen jeden Punkt dieses Segmentes übt das Pulvergas einen senkrechten Druck aus, welcher in G durch CG der Grösse und Lage nach bezeichnet sein soll. Dieser Druck lässt sich in einem zur Achse CM parallelen und einem darauf senkrechten zerlegen.

Der senkrechte Druck GE ist ohne Einfluss auf die Bewegung der Bombe, indem auf gleichweitentfernten Punkten K ein gleicher und entgegengesetzter Druck stattfindet. Der zur Achse parallele Druck GL aber treibt die Bombe aus den Mörser.

(Man heisst zur Unterscheidung dieser beiden Kräfte GL den parallelen Druck — die relative, GC aber die absolute Kraft des Pulvers.)

Es sei die auf den Punkt G wirkende absolute Kraft des Pulvers $GC = p$, so ist die auf diesen Punkt wirkende relative Kraft $GL = p \cos. \varphi$. Ist nun der Halbmesser der Bombe $MC = r$, der Halbmesser der Basis des Bombensegments AMB, beziehungsweise jener der Cylinderkammer $AQ = a$, $ME = x$ und $ED = dx$; — so ist: $EC = MC - ME =$ $= r - x$, $\cos. \varphi = \frac{r-x}{r}$, und die Mantelfläche der Zone $FGKJ$ von unendlich kleiner Höhe $= 2 r \pi . dx$.

Die auf diese Mantelfläche wirkende relative Pulverkraft ist demnach

$$= GL . 2 r \pi . dx = p \frac{r-x}{r} 2 r \pi . dx = 2 p \pi (r-x) dx.$$

Bezeichnet weiters P die relative Kraft des Pulvers, welche auf das Bombensegment GMK (dessen Höhe x ist) wirkt, so ist:
$P = 2 p \pi \int (r-x) dx = - p \pi (r-x)^2 + C$; da aber für $x = o$ auch $P = o$ wird, so hat man $C = p r^2 \pi$ und $P = p \pi (2 r x - x^2) \ldots (1)$
für $x = MQ = r - \sqrt{r^2 - a^2}$ übergeht aber das Bombensegment GMK in jenes AMB, und es wird für diesen Werth von x nach Gleichung (1), die auf den Abschnitt AMB wirkende Pulverkraft $P^1 = p . a^2 \pi \ldots . (2)$

(Wird in dem letzeren Ausdruck a in Zollen angegeben, so bedeutet p den Druck der Pulvergase auf einen Quadratzoll.)

Wird a in Gleichung (2) grösser und bleibt dabei p ungeändert, so wächst P^1 und die Wurfweite wird grösser. Aber mit der Veränderung von a ergibt sich auch bei vorausgesetztem gleichen Inhalte der Kammer eine Veränderung der Kammeroberfläche, und diese Veränderung kann entweder eine Vergrösserung oder Verkleinerung des Werthes von p bewirken, da die Oberfläche des Verbrennungsraumes von Einfluss auf die Entzündung und Verbrennung der Ladung ist. Man ersieht aus dieser Darstellung die Beziehung der vorderen Kammerweite zu jener der Kammeroberfläche, und erkennt gleichzeitig, dass es nicht möglich ist, über den Einfluss einer gegebenen Mörserkammer auf die Wirkung (resp. Wurfweite) des Mörsers a priori ein Urtheil zu fällen.

Will man zur Bezweckung der schnellsten Entzündung der Ladung die Abmessungen einer Mörserkammer bei gegebener Form und Inhalte

unter der Bedingung der kleinsten Kammeroberfläche bestimmen, so muss man die im §. 17 durchgeführte theoretische Betrachtung berücksichtigen.

Bei der Mörserkammer wird die volle Kammer-Ladung nur bis zur Tangentialfläche des eingreifenden Bombensegments gerechnet.

Es muss daher zu der im §. 17 berechneten Länge der Kammer, $2x = 2\sqrt[3]{\frac{3G}{5\pi s}}$, die Tiefe des eingreifenden Bombensegmentes $= r - \sqrt{r^2 - x^2}$ (wo r den Halbmesser der Bombe bezeichnet) hinzuaddirt werden, sonach erhält man die ganze Tiefe der Kammer

$$= 2x + r - \sqrt{r^2 - x^2} = 2\sqrt[3]{\frac{3G}{5\pi s}} + r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{3G}{5\pi s}\right)^{2/3}}.$$

Schliesslich muss zu der so ermittelten Tiefe der Kammer, noch die Dicke des das ledige Pulver bedeckenden Spiegels oder die Höhe des Bundes bei Patronen-Ladungen hinzugerechnet werden.

In der österreichischen Artillerie sind die Cylinder-Kammern der Mörser nach diesen Grundsätzen konstruirt.

Es ist klar, dass es unter den verschiedenen Mörserkammern eine Form geben müsse, welche bei der gegebenen Ladung die grösste Wurfweite hervorbringt.

Aber nach dem oben Gesagten reicht die Theorie nicht hin, diese vortheilhafteste Form zu finden; weshalb gleichzeitig die Erfahrung zu Rathe gezogen werden muss. Aus den dieserwegen durchgeführten Versuchen scheint zu folgen, dass Cylinderkammern eine etwas grössere Wurfweite als Kegelkammern geben.

Den Versuchen wurden zwei eiserne Mörser unterzogen, wovon der eine eine den Haubitzkammern nachgebildete cylindrische, der andere eine kegelförmige Kammer hatte; das Gewicht der Bomben, die Pulversorte, die Pulverstärke, sowie überhaupt alle Umstände, welche auf die Wurfweite Einfluss nehmen, wurden sorgfältig verglichen. Am Schlusse der Versuche zeigte der Mörser mit cylindrischer Kammer eine etwas grössere mittlere Wurfweite.

Dass dieser Ausspruch volle Verlässlichkeit nicht in Anspruch nehmen kann, ist durch den Umstand begründet, dass die den berührten Versuchen unterworfenen Mörser mit cylindrischen und konischen Kammern, — jede Gattung für sich betrachtet — kaum die vollkommenste Einrichtung hatten, welche ihnen überhaupt gegeben werden kann. Eine Voraussetzung, welche bei einem entscheidenden Versuche über das Entsprechen der einen oder anderen Kammer-Form gemacht werden müsste; welche jedoch bis nun zu überhaupt noch von keiner Mörser-Kammer gemacht werden kann.

Ueberdies ergaben neuere Versuche auch entgegengesetzte Resultate. Die Mörser der österreichischen Artillerie haben sämmtlich cylindrische Kammern, welche mit ihrem Durchmesser abgerundet sind.

Die konische Kammer des 30pf. weittreibenden Mörsers, welche durch Tangenten zu der eingesezten Bombe bestimmt, und durch Bögen von dem Wölbungshalbmesser mit dem Fluge verbunden wird, ist unten flach begrenzt.

ad. 2. In Hinsicht der grösseren Sicherheit des Treffens gab man der Gomerischen, so wie überhaupt denjenigen Kammern, welche sich in

der Bohrung des Mörsers verlaufen, mithin den Spielraum zwischen derselben und der Bombe ganz aufheben (bei welchen daher die Ladung einen centralen Stoss auf die Bombe ausüben soll), den Vorzug vor anderen Kammerformen.

Die Erfahrung jedoch lehrt, dass in dieser Hinsicht, keine der in Anwendung stehenden Kammern einen überwiegenden Vorzug habe.

ad. 3. In Betreff des Einflusses der Kammer auf die Dauer des Mörsers wird wahrscheinlich die Gomerische Kammer die vorzüglichste sein.

Bei den bekannten Versuchen zu Douai hielt jeder der beiden 8zölligen Mörser 600 Würfe mit der Ladung von $1\,^1/_4$ Pfd., ohne Eindrücke zu bekommen, aus. Ebenso dauerhaft zeigten sich auch die beiden Vegaischen 30pf. Mörser, aus welchen bei jedem über 840 Würfe, zum Theil mit der Ladung von $4\,^1/_2$ Pfd., ohne bedeutende Beschädigung des Mörsers gemacht wurden. Auch ein bei dem Pesther Versuche im J. 1828 gebrauchter, nach Vega's Angabe konstruirter 60pfd. Mörser hilt 300 Würfe, bei welchen selbst Ladungen von 8 bis 9 Pfd. angewendet wurden, ohne merkliche Verletzungen aus. Nach allen diesen Erfahrungen lässt sich wohl mit Grund schliessen, dass die Gomerische Kammer die vorzüglichste zur Konservirung der Mörser, besonders der weittreibenden sei.

§. 22. Wölbung. Die Cylinder- und Kegelkammern der Mörser werden aus den schon bei der Haubitze (§. 19) angegebenen Gründen mit dem Fluge durch die Wölbung verbunden, wobei in Hinsicht der Form der Verbindungslinie die dort aufgestellten Bemerkungen gelten. Um ferner den Einfluss der grösseren oder kleineren Wölbung auf die Wurfweite beurtheilen zu können, sollen hier die Resultate eines, mit 2 eis. Mörsern ausgeführten Versuches erwähnt werden.

Die Wölbung des ersten Mörsers war die Wölbung des gewöhnlichen metallenen Bombenmörsers, jene des zweiten Mörsers gleich jener der flachen Steinmörserwölbung älterer Art, welche zwischen dem Mörser und der Bombe einen grösseren Raum als die erste Wölbung übrig lässt. Beide Kammern waren kegelförmig und fassten 3 Pfd. Pulver. Im Uebrigen waren beide Mörser gleich.

Man entnahm aus diesem Versuche, dass die Wölbungsform von bedeutendem Einflusse auf die Wurfweite ist und dass die Form der Wölbung des ersten Mörsers (mit dem Durchmesser der Bombe abgerundet) als weit günstiger anzusehen sei.

Die Wölbung der älteren Mörser ist mit dem entsprechenden Bombendurchmesser, jene der Mörser des neuen Batteriegeschützsystems mit dem Halbmesser der Bombe abgerundet; — eine Ausnahme macht der Küstenmörser, welcher eine konische Verbindung des Fluges mit der Kammer hat, und der 30pfd. weitreibende Mörser, dessen Wölbungshalbmesser $= 6'' \; 6''' \; 4^{IV}$ ist.

§. 23. Flug. Bezüglich des Fluges bei Mörsern gilt das bei Haubitzen Gesagte. Der Flug der österr. Mörser ist cylindrisch.

Bei allen Geschützen ist der Mündungsrand auf $^1/_4''$ Tiefe, so wie auch alle sonst vorkommenden scharfen Ecken abgekantet. —

Bohrungslänge des Rohres.

§. 24. Die Länge der Bohrung steht im innigen Zusammenhange mit der Grösse der Pulverladung, der Entzündungs- und Verbrennungs-

Geschwindigkeit des Pulvers, der Expansivkraft der aus letzterem entwickelten Gase, mit dem Gewichte und der Gestalt des Geschosses, etc.

Man wird daher mit Berücksichtigung dieser Beziehungen bestrebt sein müssen, auf theoretischem und praktischem Wege die Bohrungslänge des Rohres so zu bestimmen, dass sie im Allgemeinen der grössten Wirkung des Geschützes entspricht.

Bei der Bestimmung der Bohrungslänge der Geschützrohre hat man jedoch nicht immer die grösste Wirkung und Schussweite allein im Auge, sondern auch die nachfolgenden Umstände: Die Grösse und sonstigen Eigenschaften der festgesetzten Ladung und das Gewicht des Geschosses mit Beziehung auf das im Eingange Gesagte; weiters die bequeme Bedienung und Handhabung des Geschützes mit besonderer Rücksicht auf das Laden. Bei Feldgeschützrohren überdies eine hinlänglich grosse Manövrirfähigkeit des Geschützes, bei Batteriegeschützen das genügende Hineinreichen des Rohres in die Scharte, und bei Schiffgeschützen das Hinausreichen des Rohres aus den Stückpforten.

Was die 1. Forderung d. i. die Erreichung der grössten Wirkung und Schussweite betrifft, so bemerken wir hier:

Die Geschwindigkeit, mit welcher ein Projektil die Geschützmündung verlässt, heisst Anfangsgeschwindigkeit. Die Anfangsgeschwindigkeit wird durch den gewöhnlichen in Schuhen ausgedrückten Weg gemessen, welchen das Projektil zurücklegen würde, wenn es sich mit der an der Mündung des Rohres erhaltenen Geschwindigkeit eine Sekunde lang gleichförmig fortbewegte.

So wie die Anfangsgeschwindigkeit wächst oder abnimmt, so wird bei gleichen Geschossen auch im Allgemeinen die Schussweite grösser oder kleiner, und es kann daher in diesem Falle die Schussweite als Massstab für die Anfangsgeschwindigkeit angesehen werden. (Wenn man von den sonstigen auf die Schussweite einwirkenden, störenden Ursachen absieht.)

Beginnt beim Schusse die Entwickelung des Pulvergases, so geschieht ein Druck auf das Projektil und auf die Wände der Geschützbohrung. Die Kugel widersteht durch ihr relatives Gewicht*), und durch die Reibung dem anfänglich noch nicht hinlänglich starken Drucke. Sowie aber der Druck des Pulvergases mit der fortschreitenden Verbrennung der Ladung stark genug wird, so beginnt die Bewegung der Kugel im Rohre. Die Verbrennung der Ladung schreitet aber immer weiter fort, hiedurch bekommt die bereits bewegte Kugel immer neue Impulse, und ihre Bewegung im Rohre wird eine beschleunigte, u. z. eine ungleichförmig beschleunigte, da die Impulse zur Bewegung in den einzelnen Zeitmomenten der Verbrennung des Pulvers, wegen der verschiedenen Gasspannung, nicht gleich sind. Die Kugel, welche während der Bewegung die Reibung an der Bohrungsfläche und den Luftwiderstand zu überwinden hat, erhält aber nur in so lange Bewegungs-Impulse, als ihre Geschwindigkeit noch kleiner, als jene des sich ausdehnenden Pulvergases ist; es wird demnach im hinlänglich langen Rohre einen Punkt geben müssen, wo die beiden Geschwindigkeiten gleich sind, und dieser Punkt bezeichnet die zur gege-

*) Bezeichnet P das Gewicht der Kugel, u den Reibungs-Koefficienten, und n den Elevationswinkel des Rohres; — so ist das relative Gewicht der Kugel $= P \sin n$ und die Reibung $= u P \cos n$.

benen Ladung genau angemessene Länge der Bohrung. (Dieser Punkt ist gleichzeitig derjenige, bei welchem das entwickelte Pulvergas die grösste Dichte hat.)

Bei dieser Bohrungslänge erhält die Kugel die grösste Anfangsgeschwindigkeit, mithin nach obigem auch die grösste Schussweite, welche die gegebene Ladung hervorzubringen vermag.

Dass sonach die Bohrungslänge vorangehend als eine Funktion der Ladung angesehen werden muss, ist aus dieser Betrachtung ersichtlich.

Aus dem Gesagten lassen sich die folgenden Beziehungen zwischen der Bohrungslänge und Ladung erkennen:

1. Die genau angemessene Länge wächst und nimmt ab, sowie die gegebene Ladung grösser oder kleiner wird; doch geschieht dieses nicht im geraden Verhältnisse zur Ladung, sondern in einem abnehmenden. Denn eine doppelt so grosse Ladung braucht wohl eine längere Verbrennungs- und Entzündungszeit, als die einfache Ladung, aber keineswegs eine doppelte Zeit, sondern eine kürzere.

Fände man z. B. durch Versuche, dass ein 12-Pfünder bei $^1/_4$ kugelschwerer Ladung eine 16 Kugel lange Bohrung erfordert, so wird die Bohrungslänge bei $^1/_2$ kugelschwerer Ladung nicht 32 Kugeln, sondern weit weniger betragen müssen.

2. Die Bohrungslänge hängt von der Stärke und den sonstigen Eigenschaften der Ladung ab. Je stärker die Spannung der entwickelten Gase, je schneller nämlich die Entzündung und Verbrennung geschieht, desto kürzer kann die Bohrungslänge sein.

3. Erhält die Bohrung eine grössere oder kleinere Länge, als die genau angemessene, so wird die Schussweite in beiden Fällen kleiner.

Denn im 1. Falle wirken vom Punkte der überschrittenen Länge die Reibung, die Anschläge an der Bohrungswand und der Widerstand der Luft als verzögernde Kräfte, und die Anfangsgeschwindigkeit und mithin auch die Schussweite wird kleiner. Im 2. Falle aber erhält die Kugel nicht alle Bewegungs-Impulse vom Pulvergase, welche sie in einem längeren Rohre hätte erhalten können, daher die Anfangsgeschwindigkeit und Schussweite ebenfalls kleiner ausfällt.

4. Ist die Bohrungslänge der Ladung nicht angemessen, so verlieren durch dieses Missverhältniss die kleineren Kaliber mehr an der Schussweite als die grösseren.

Die Erklärung ist in dem Widerstande der Luft zu suchen.

5. Bei der angemessensten Bohrungslänge ist eine geringe Veränderung auch nur von unbedeutendem Einflusse auf die Wirkung der Ladung, beziehungsweise auf die Schussweite.

Man ist bis jetzt noch nicht im Stande, zu einer gegebenen Ladung die genau angemessene Bohrungslänge durch Rechnung zu finden. Zur Lösung dieser Aufgabe gehört die vollständige Kenntniss der Gesetze über die Entzündung, Verbrennung und absolute Kraft des Pulvers, welche aber nur annähernd bekannt sind. Allein, so viel lässt sich nachweisen, dass, wenn man die Bohrungslängen für die Bedingung der grössten Anfangsgeschwindigkeit und Schussweite, welche die gegebene Ladung hervorzubringen vermag, einrichten wollte, dadurch Rohre entstehen müssten, welche für die meisten Fälle der Anwendung viel zu schwer ausfallen würden.

Was die Beziehungen der Bohrungslänge zum Geschoss betrifft, so wollen wir hier bei der Besprechung der Bohrungslänge im Allgemeinen nur die nachfolgenden Punkte berühren.

Wächst das Gewicht des Geschosses, so wird dem Drucke des Pulvergases durch dasselbe auch ein grösserer Widerstand geboten. (Was aus den beiden Formeln *Psin n*, und *u Pcos n* ersichtlich ist.) Soll daher bei einem schwereren Geschosse die gleiche Anfangsgeschwindigkeit wie bei einem leichteren erzielt werden, so muss die Ladung vergrössert werden. Da aber bei Vergrösserung der letzteren auch die vortheilhafteste Länge der Bohrung wachsen muss, so folgt hieraus, dass mit dem Gewichte des Geschosses auch die entsprechende Bohrungslänge zunimmt.

Dabei ist übrigens nicht zu übersehen, dass das Bewegungsvermögen des Geschosses das Produkt aus dem Gewichte in die Geschwindigkeit desselben ist, und sonach gewichtigere Geschosse bei gleichen Anfangsgeschwindigkeiten grössere Schussweiten geben.

Je grösser ferner das Verhältniss zwischen der Ladung und dem Geschossgewichte ist, desto zerstörender wird die Wirkung derselben auf die Bohrungswände, und desto stärker müssen dieselben in allen ihren Abmessungen gehalten werden, um die nöthige Widerstandsfähigkeit zu besitzen, was bei der Bestimmung der Bohrungslänge ebenfalls in Rücksicht zu nehmen kommt.

Wollte man nun mit besonderer Berücksichtigung der obigen Bedingungen den Geschützrohren die vortheilhafteste Bohrungslänge geben, so erhielte man vielfältig zu schwere, den Anforderungen auf die Beweglichkeit, leichte Handhabung, Bedienung und sonstigen Eigenschaften nicht in hinreichendem Masse Rechnung tragende Geschütze. Man wird daher den Anforderungen der Ladung und des Geschosses bei der Bestimmung der Bohrungslänge nur in soweit genügen, dass noch eine hinreichende, den Gefechtszwecken des Geschützes entsprechende Wirkung zu erwarten steht, und dass dabei dieselbe den anderweitigen Anforderungen an die Geschütz-Konstruktion möglichst entspricht.

Da, wie schon erwähnt, die Unbestimmtheit der absoluten Kraft des Pulvers und andere nicht vollständig gekannte Einflüsse (hieher gehören: die verschiedene Lagerung des Pulvers ohne Patrone, die verschiedene Festigkeit der Patronen, wesentlich aber die ungleiche Entwickelung der Ladung in Gas, die Beschaffenheit der atmosphärischen Luft etc.) es nicht gestatten, für ein gegebenes Verhältniss der Ladung zum Geschossgewichte die entsprechende Bohrungslänge mit hinreichender Genauigkeit durch Rechnung zu bestimmen, dieselbe überdies, wie oben gesagt, auch noch von anderen Bedingungen abhängig ist, so ist man bei Bestimmung dieser Abmessung von Fall zu Fall auf die praktische Ermittelung durch Versuche angewiesen.

Die letzteren haben übrigens in Uebereinstimmung mit der Theorie dargethan, dass es für jedes Geschützrohr eine Bohrungslänge gibt, bei welcher die Wirkung der Ladung ein Grösstes wird, und dass daher bei gleich bleibenden Ladungen und Geschossen durch eine stetige Verlängerung der Bohrung keineswegs auch ein fortwährendes Wachsen der Wirkung zu erzielen sei.

Da der Durchmesser einer Kugel von bestimmter Materie deren Gewicht bedingt und mittelbar auf alle Abmessungen eines Geschützrohres Einfluss nimmt, so schloss man auf einen bestimmten Zusammen-

hang zwischen dem Durchmesser des Geschosses und der dazu gehörigen Bohrungslänge, und bestrebte sich die vortheilhafteste Bohrungslänge bei einer dem Geschossgewichte proportionalen Ladung, in Kugeldurchmessern zu ermitteln; allein die in dieser Richtung angestellten Versuche ergaben hiefür kein allgemein giltiges Gesetz, und führten nur zu der Folgerung, dass mit dem Wachsen der Kugeldurchmesser und der dem Geschossgewichte proportionirten Ladung die Anzahl der Kugeldurchmesser für die vortheilhafteste Bohrungslänge steigend abnehme, und dass somit bei verschiedenen Kalibern die Verbrennung proportionirter Theile der Ladung in der Bohrung nicht innerhalb der gleichen Anzahl Geschossdurchmesser erfolge.

Die Bohrungslängen werden bei dem Geschütze grösstentheils in Durchmessern der zugehörigen kugelförmigen Geschosse und im Zollmasse angegeben.

Je nach der, der Bestimmung der Geschütze entsprechenden Länge der Rohre unterscheidet man: lange, mittlere und kurze Rohre.

Es wird hier bemerkt, dass beim Geschütze die Bestimmung, ob das Rohr lang, mittellang oder kurz sei, von dem Verhältnisse des Kugeldurchmessers zu der wirklichen Länge der Bohrung abhängt.

Diese verschiedene Länge in Verbindung mit der Gestalt der Bohrung und der Art der Projektile, welche aus dem Rohre gebraucht werden sollen, bestimmt auch die unterscheidende Benennung der Geschütze.

Unter der Bohrungslänge versteht man bei Kanonen den Abstand vom Stossboden bis zur Mündungsfläche. Bei Kammergeschützen unter der Länge des Fluges den Abstand vom vorderen Abschluss der Wölbung bis zur Mündung. Unter der Länge der Wölbung den Abstand vom vorderen Kammerabschluss bis zum Beginne der cylindrischen Form der Bohrung; und unter der Länge der Kammer den Abstand vom Stossboden bis zum vorderen Kammerabschluss (Erweiterung der Bohrung). Im Allgemeinen muss hier bemerkt werden, dass der Bestimmung der Länge der Bohrungen auf dem Wege des Versuches entschieden der Vorzug vor der theoretischen Festsetzung derselben gegeben werden muss, sonach die Theorie nur als die Basis bei den hierüber anzustellenden Versuchen dienen kann.

Bei der näheren Besprechung der Bohrungslänge der Geschützrohre wollen wir im Folgenden die Feld- und Batterie-Kanonen, die Haubitzen und Mörser für sich betrachten, indem eine jede dieser Geschützgattungen eine andere Bestimmung der Bohrungslänge erfordert.

§. 25. Bohrungslänge der Feldkanonen. Die Eigenschaften des Geschützes, welche bei der Bestimmung der Bohrungslänge der Feldkanonen vorangehend zu berücksichtigen kommen, sind:

1. Ihre grösstmöglichste Beweglichkeit, und
2. Eine für die verschiedenen Gefechts-Zwecke hinreichende Wirkungsfähigkeit derselben.

Die 1. Eigenschaft bedingt die jetzt übliche Fechtart, bei welcher es für die Feld-Artillerie wenige Bewegungshindernisse mehr geben darf, um mit Leichtigkeit allen Bewegungen der übrigen Truppengattungen folgen zu können.

Die 2. Eigenschaft, d. i. die hinreichende Wirkungsfähigkeit, bestimmt sich nach den Aufgaben, welche die Feld-Artillerie zu lösen hat.

Diese Aufgaben beziehen sich auf den Gebrauch der Kanonen gegen Truppen, auf das Zertrümmern von Laffeten und Wägen, auf das Zerstören von Blockhäusern, Pallisadirungen, Brücken etc.; auf das Niederstürzen von schwachen Mauern und die Hinwegräumung sonstiger im Felde noch vorkommender Hindernisse.

Es ist klar, dass man die Beweglichkeit, welche zwar immer eine vorzügliche Berücksichtigung verdient, doch nicht zu sehr auf Kosten der Wirkung begünstigen dürfe, sondern dass man beide nach Möglichkeit vereinigen müsse. Man wird daher in dieser Hinsicht die Länge der Feldkanonen für solche Schussweiten proportioniren, auf welchen man noch die Wirkung beobachten kann, und die Kugel eine noch genügende Perkussionskraft hat.

Diese Weite wird wohl nicht grösser als zu 2000 Schritte angenommen werden dürfen. Bei der Bestimmung der in dieser Beziehung entsprechenden Bohrungslänge kann jedoch, aus den schon im Früheren berührten Ursachen, nur die Erfahrung endgiltig entscheiden, und diese zeigt, dass das Minimum der Bohrungslänge für Feldkanonen 14, das Maximum aber 20 Kugeldurchmesser sei, und dass diese Grenzen ohne Nachtheil nicht überschritten werden dürfen.

Praktische Versuche von grosser Ausdehnung zur Bestimmung der Bohrungslängen, wurden von der k. k. österreichischen Artillerie zu Moldau-Thein in Böhmen durchgeführt.

Die norwegische Artillerie hat im Jahre 1824 zu Christiania den nachstehenden Versuch durchgeführt.

Gattung des Geschützes	Pulverladung in Pfunden	Bei der Bohrungslänge von						
		21	19	17	15	14	13	12
		Kaliber, erhielt man folgende Schussweiten in dänischen Ellen*), als Mittelresultat aus 50 Schüssen						
Glattes 6pfdg. Kanonenrohr	$2\frac{1}{2}$	981	1001	999	971	983	947	938
	2	937	946	931	936	923	922	897

Aus diesem Versuche ist zu entnehmen, dass selbst 50 Schüsse nicht hinreichen, um alle Anomalien, welche durch Anschläge und verschiedene Abgangswinkel des Geschosses in den Schussweiten sich zeigen, auszugleichen; ferner, dass für die angewendete Ladung die grössten Schussweiten bei 19 Kaliber Bohrungslänge stattfanden; und endlich dass durch eine Verkürzung der Bohrungslänge um 3 bis 4 Kaliber die Schussweite nur unbedeutend kleiner ausfällt.

Den über die zweckmässigste Bohrungslänge durchgeführten Versuchen zu Folge geben 15, 17 und 19 Kugeldurchmesser lange Bohrungen, bei $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{10}$ und $\frac{1}{3}$ kugelschweren Ladungen Schussweiten, welche für den Feldgebrauch hinreichend sind, und auch von grösserer Länge nicht bedeutend übertroffen werden.

*) 1 dänische Elle = 1·9857' W. M. = 0·6277 mètre.

Man kann daher diese Längen und Ladungen als Normalgrössen ansehen, und die zwischen liegenden Längen durch die Interpolation finden.

(Die 6- und 18pf. Feld-Kanonenrohre sind auf ein Ladungsverhältniss von $^3/_{10}$, die 12pf. auf ein solches von $^1/_4$ des Kugelgewichtes konstruirt.)

Bezeichnet l die Bohrungslänge bei der Ladung des nten Theils des Kugelgewichtes, so lässt sich die gesuchte Länge als eine Funktion von n durch die Form $l = an + bn^2 + cn^3 + \ldots.$ darstellen.

Substituirt man für l die Werthe 15, 17, 20 und für n jene von $^3/_{10}$, $^1/_3$ und $^5/_{12}$, so ergeben sich die 3 Gleichungen

$$15 = {}^3/_{10}\, a + ({}^3/_{10})^2\, b + ({}^3/_{10})^3\, c + \ldots..$$
$$17 = {}^1/_3\, a + ({}^1/_3)^2\, b + ({}^1/_3)^3\, c + \ldots..$$
$$20 = {}^5/_{12}\, a + ({}^5/_{12})^2\, b + ({}^5/_{12})^3\, c + \ldots..$$

Bestimmt man hieraus annähernd a, b und c und setzt die erhaltenen Werthe in die obige Gleichung, so ergibt sich für l der Annäherungswerth $l = {}^1/_7\, n\,(-109 + 2718\, n - 3960\, n^2)$, woraus sich für eine angenommene Ladung die Bohrungslänge des Rohres bestimmen lässt.

Hat man die Bohrungslänge für einen Kaliber bestimmt und in Kugeldurchmessern ausgedrückt, so wird man gewöhnlich auch den übrigen Kaliber bei gleich kugelschwerer Ladung die nämliche Länge im Verhältnisse des Kugeldurchmessers geben, um dadurch das Feld-Artillerie-System in seiner Konstruktion zu vereinfachen.

Es ist zwar durch Theorie und Erfahrung erwiesen, dass durch eine gleiche Bohrungslänge, im Verhältnisse des Kugeldurchmessers, die kleineren Kaliber in der Schussweite verlieren, und es sollte in dieser Hinsicht die Bohrungslänge der kleineren Kaliber grösser als jene der grösseren sein, da die Ladungen der grösseren Kaliber sich im Verhältnisse in kürzerer Zeit entzünden und verbrannt werden, aber der Verlust an der Schussweite ist nicht bedeutend und wird durch die grössere Leichtigkeit als der Hauptzweck der kleineren Kaliber wieder aufgewogen *). (Siehe hier die Bohrungslänge und die Länge des Rohres in der 1. und 2. Taf. §. 42.)

§. 26. **Bohrungslänge der Batterie-Kanonen.** Die Bestimmung der Bohrungslänge bei den Batterie-Kanonen hängt von dem Zwecke ab, zu welchem sie gebraucht werden sollen.

Dieser Zweck kann zweifach sein, entweder sollen die Rohre durch Scharten oder über die Brustwehre hinwegfeuern.

Im ersten Falle ist die Bohrungslänge dergestallt zu bestimmen, dass die Rohre weit genug in die Scharten reichen, damit diese nicht in kurzer Zeit durch das aus der Mündung mit grosser Gewalt herausströmende Pulvergas zerstört werden.

(Man versteht unter der Tiefe des Hineinreichens eines Kanonen-Rohres in die Scharte den Abstand der Mündungsfläche vom Durchschnitte der Batteriewandlinie in der horizontalen Bohrungsachse.)

Die Tiefe des Hineinreichens richtet sich nach der bei den verschiedenen Kalibern zur Anwendung kommenden vollen Ladung, und es müssen die verschiedenen Kaliber, wenn sie in gleichem Verhältnisse des

*) Der geringe Raum, welchen die im Folgenden vorkommenden, mit möglichster Beschränkung gegebenen Notizen über das ältere, zum Theile aufgelassene Materiale der öster. Artillerie in Anspruch nehmen, hat uns veranlasst dieselben zur vergleichenden Uebersicht aufzunehmen.

Kugelgewichtes geladen sind, auch auf eine verschiedene Tiefe in die Scharten reichen.

Hat man durch Versuche oder Erfahrung die Tiefe des Hineinreichens bei dem grössten gebräuchlichen Kanonen-Kaliber bestimmt, so lassen sich die Tiefen des Hineinreichens der übrigen Kaliber, wenn sie in gleichem Verhältnisse des Kugelgewichtes geladen sind, bestimmen, da sich in diesem Falle der theoretisch zu begründende Satz, dass sich die Tiefen des Hineinreichens der Rohre wie die ihnen entsprechenden Kugeldurchmesser verhalten, wenn dieselben in gleichem Verhältnisse ihres Kugelgewichtes geladen sind, und wenn bei dieser Bestimmung von den einzelnen Kanonen-Kalibern eine gleiche Schonung der Scharten gefordert wird, als nahezu richtig annehmen lässt.

Es lehrt aber die Erfahrung, dass beim bronz. 24-Pfünder, wenn dieser Kaliber mit $^1/_3$ Kugelschwere geladen ist, eine Tiefe des Hineinreichens von 3′ für alle Fälle hinreichend sei, es soll daher (mit Rücksicht auf die eingeführten Kugeldurchmesser) der 18-Pfdr. 2′ 9″, der 12-Pfdr. aber 2′ 4″ tief in die Scharten reichen, und ein ähnliches Hineinreichen auch von den eisernen Geschützrohren des älteren und neuen Batterie-Geschützes von gleichem Kaliber gefordert werden.

Aus einer einfachen Betrachtung geht hervor, dass, wenn z. B abgeprotzte 18- und 24pf. bronzene Belagerungs-Kanonen in senkrechte Scharten einer Demontir-Batterie so eingeführt werden, dass beide Laffetenräder der Batterie-Laffete mit 54 zölligen Rädern und einer Geleiseweite von 43″ die hintere Brustwehrwand berühren, und es beträgt die Böschungsanlage der 45″ hohen Sockenwand 8″; — das Hineinreichen in die Scharte beim 18pf. Rohr 39″, beim 24pf. aber 43·5″ beträgt.

Zieht man hingegen bei Festhaltung des einen Rades an der Brustwehrwand, das andere so weit von der hinteren Wand zurück, bis der von der Mittellinie des Geschützes und der Magistrallinie eingeschlossene Winkel 75° beträgt, so wird in diesem Falle das Hineinreichen der Rohre um 6·7″ weniger, d. i. beim 18-Pfdr. 32·3″ und beim 24-Pfdr. 36·8″ betragen; — was im Allgemeinen erkennen lässt, dass auch noch bei einem Auftreffen der Mittellinie des Geschützes (Rohrachse) unter dem Winkel von 75° gegen die Magistrale der Batteriebrust, das Hineinreichen in die Scharten bei der bestehenden Länge der Batterie-Kanonen noch immer genügt.

Ist nun die Bohrungslänge einer Batterie-Kanone zu finden, so bestimmt man sich zuerst die der gegebenen Ladung proportionirte Länge, konstruirt hierauf das ganze Rohr und untersucht die daraus resultirende Tiefe des Hineinreichens, woraus sich ergeben wird, ob die vorläufig angenommene Bohrungslänge hinreichend ist. Wäre dies nicht der Fall, so müsste die so gefundene Länge so modificirt werden, um dem geforderten Hineinreichen in die Scharte möglichst zu entsprechen.

Aus der Länge der Rohre und der Tiefe des Hineinreichens in die Scharte folgt im Allgemeinen, dass man sämmtliche Batterie-Kanonen ohne Nachtheil für letzteres um mehrere Kaliber verkürzen könnte.

Noch bleibt der Fall zu beachten übrig, wo Batterierohre über die Brustwehre zu feuern bestimmt sind. Bei der Bestimmung der Bohrungslänge zu diesem Zwecke ist nur die bei der Vertheidigung fester Plätze, der Küsten etc. erforderliche Schussweite in Erwägung zu ziehen.

Sind hier wie gewöhnlich die Kanonen mit $^1/_3$, $^2/_5$ und $^5/_{12}$ kugel-

schwerer Ladung geladen, so gibt nach Versuchen eine Bohrungslänge von 19, 21 und 23 Kugeldurchmessern eine Schussweite, die von keiner grösseren Bohrungslänge bedeutend übertroffen wird. Man wird daher im Allgemeinen die Bohrungslänge der Batterie-Kanonen 19—23 Kugeldurchmesser annehmen können, wodurch sie beiden geforderten Eigenschaften entspricht. (Die grösseren Batterie-Kanonen-Rohre sind auf $^1/_3$, die kleineren auf $^2/_5$ kugelschwere Ladungen konstruirt.)

Schiffgeschützrohre pflegt man mit Rücksicht auf das Gesagte möglichst kurz zu halten.

Die 1. und 2. Taf., §. 42, gibt die Rohr- und Bohrungslänge der österr. Batterie-Kanonen an.

§. 27. Bohrungslänge der Haubitzen. Bei Haubitzen ist die Länge des Fluges (sammt Wölbung) und die Länge der Kammer gesondert zu betrachten.

Bei der Bestimmung der Fluglänge können jene Grundsätze nicht unberücksichtiget bleiben, welche bei der Bestimmung der Bohrungslänge der Kanonen in Erwägung kamen; — jedoch ist hier selbstverständlich nicht nur der Unterschied der Bohrungsdurchmesser zwischen Flug und Kammer, die Form der Wölbung und die Lagerung des Geschosses zu berücksichtigen, sondern auch die geforderte Wirkungsart dieser Geschütze im Auge zu behalten. Die Länge des Fluges bei kurzen Haubitzen hängt überdies nicht allein von der Ladung und den genannten Umständen, sondern auch noch von der Art des Ladens ab. Soll die Patrone von dem Artilleristen mit der Hand in die Kammer gebracht werden, so richtet sich die Bohrungslänge nach der Länge des ausgestreckten Armes eines mittelmässigen Mannes und kann daher höchstens zu $2^1/_4$' W. M. angenommen werden; indem eine grössere Länge das Einführen der kleinen Patronen zu sehr erschweren würde.

Es wäre nun zu erwägen, ob man hier, wie bei den Kanonen, die Länge des Fluges in gleichem Verhältnisse des Granatendurchmessers proportioniren könnte. Die Beachtung der verschiedenen Bestimmung der Haubitzarten, bei denen eine und dieselbe Granate in Verwendung kömmt, verneinen diese Frage.

Die Länge der Bohrung der langen Haubitzen mit Einschluss der Kammer wurde nach Versuchen der Länge jener der Kanonenrohre nahe gleich gemacht, mit denen sie in einer Eintheilung zu wirken haben.

Die Länge der Kammer ergibt sich bei feststehendem Kammerdurchmesser, wenn man die grösste bei dem Geschütze anzuwendende Ladung, das kleinste specifische Gewicht des in Verwendung zu nehmenden Pulvers und die Art der Ladung berücksichtigt. Im übrigen machen sich auch bei Haubitzen bei der Bestimmung der Kammer- und Fluglänge Umstände geltend, welche darauf hinweisen, den Weg der Erfahrung und des Versuches hiebei einzuschlagen.

Die 7pf. und 30pf. kurzen Haubitzrohre sind auf ein Ladungsverhältniss von nahe $^1/_{13}$, die 7pf. und 30pf. langen Haubitzrohre für ein solches von $^1/_8$ und $^1/_5$ des Granatengewichtes konstruirt.

Die Länge des Fluges sammt Wölbung, jene der Kammer und des Rohres ohne Traube bei den Haubitzen, ist der 1. und 2. Tafel, §. 42, zu entnehmen.

§. 28. Bohrungslänge der Mörser. Bei der Ermittlung der Bohrungslänge der Mörser ist es zweckentsprechend, bei dem grössten Ka-

liber zu beginnen und dessen Länge so gross als es die übrigen Umstände nur immer erlauben, festzusetzen. Die Bohrungslänge kann im Allgemeinen nur so lang gemacht werden, dass die Bombe noch von der Bedienungsmannschaft allein in den Mörser gebracht werden kann. Auf diese Länge hat daher ausser der Tiefe der Kammer auch noch die Höhe der Schleife und die Lage der Schildzapfen am Rohre Einfluss. Der Erfahrung gemäss kann die Bohrungslänge bei einem Mörser, dessen Bombe nahe 120 Pfund wiegt, höchstens $2\frac{1}{4}'$ erreichen, und es ist dabei die Länge dergestalt zu proportioniren, dass die Mündungsfläche des in der Schleife aufgestellten Mörsers nicht höher als 4′ über die Bettung erhoben ist (wobei grob genommen $\frac{3}{4}'$ für die Metallstärke des Rohres am Bodenstücke und 1′ als Erhöhung der Schildzapfen über die Geschützunterlage entfällt), indem eine grössere Länge das Einsetzen der Bombe zu beschwerlich machen würde. Ist nun die Länge des grössten Mörsers bestimmt, und in Bombendurchmessern ausgedrückt, so kann auch den übrigen Kalibern die nämliche Länge im Verhältnisse ihres Bombendurchmessers gegeben werden.

Es ist zwar allerdings richtig, dass die kleineren Kaliber durch diese Proportionirung ihrer Bohrungslänge an der Wurfweite verlieren, doch zeigt die Erfahrung, dass diese Konstruktion jenen Kalibern Wurfweiten gibt, die den Endzwecken, zu welchen diese Mörsergattungen gebraucht werden, hinreichend genügen. Soll übrigens die Wurfweite der Mörser durch die Vergrösserung der Bohrungslänge um ein bedeutendes vergrössert werden, so erfordert dies eine bedeutende Vergrösserung der Länge, wodurch sowohl das Gewicht des Mörsers, als auch der Schleife wächst, und mithin die Leichtigkeit als eine ebenfalls zu beachtende Eigenschaft der kleinen Mörsergattungen leidet.

Uebrigens ist auch noch zu bemerken, dass die längeren Mörser durch die heftigen Bombenanschläge weit mehr als die kürzeren leiden.

Um den Einfluss zu übersehen, welchen die Vergrösserung der Bohrungslänge bei den Mörsern hervorbringt, soll hier ein zu Wien zu diesem Behufe mit zwei der 30pf. Mörser ausgeführter komparativer Versuch angeführt werden. Die zum Versuche genommenen Mörser waren ganz gleich konstruirt, nur war der eine um $2''\ 10'''\ 4^{IV}$ kürzer als der andere. Aus diesem Versuche war zu ersehen, dass der Unterschied der Wurfweiten bei beiden Mörsern im Ganzen nur gering ist, und dass durch eine Vermehrung der Ladung von 2—3 Lothen beim kürzern Mörser die Wurfweite des grösseren hervorgebracht werden könne. Es verschaffen mithin die grösseren Bohrungslängen den kleineren Mörsergattungen nur geringen Nutzen.

Die Länge der österr. Mörserrohre, jene ihres Fluges sammt Wölbung, sowie jene der Kammer sind der 1. und 2. Tafel, §. 42, zu entnehmen.

Bohrungsdurchmesser des Rohres.

§. 29. Da man zur Erzielung der verschiedenen mit Geschützen zu erreichenden Zwecke der Artillerie nicht nur Geschosse von verschiedener Grösse nöthig hat, sondern dieselben auch auf geringere oder grössere Entfernungen und mit verschiedener Wirkung am Zielobjekte zu schiessen beabsichtigt, so muss man auch Geschütze von verschiedenem Bohrungsdurchmesser haben. In dieser Beziehung bestimmen sich die Grenzen für letztere theils dadurch, dass das Gewicht des Geschosses das Laden, und jenes des Geschützes selbst dessen Handhabung noch ermöglicht, theils durch die Ent-

fernung, welche man mit den Projektilen noch zu erreichen strebt, und welche sich bei glatten Rohren nur in seltenen Fällen über 3000 Schritte erstrecken dürfte. Bei Feldgeschützen liegt dieselbe stets unter 2000 Schritte, auf welche Entfernung das Abschätzen der Distanzen noch verlässlich bewirkt werden kann.

Bei der Wahl des Bohrungsdurchmessers entscheidet im Allgemeinen die Erfahrung, wobei die beabsichtigte Wirkung gegen Zielobjekte von bestimmter Beschaffenheit und in festgesetzter Entfernung vorangehend massgebend ist.

Betrachtet man anderseits den Bohrungsdurchmesser bei einem und demselben Geschützrohre, so erkennt man, dass der Bohrungs- und Projektil-Durchmesser von inniger gegenseitiger Abhängigkeit sind. Ihr Unterschied bedingt die Grösse des Spielraums.

Es ist für den Artilleristen eine der wichtigsten Aufgaben der Bohrungs-Konstruktion, bei feststehendem Geschossdurchmesser den Bohrungsdurchmesser, d. i. den Spielraum zu bestimmen, der bei noch leichter Bedienung des Geschützes die beste Wirkung ermöglicht.

Bei der Bestimmung des Bohrungs-Durchmessers nach dieser Richtung ist zu berücksichtigen:

1. Der grösste Durchmesser der beim Geschützrohre vorkommenden Geschossgattungen mit Bedacht auf die für diese Geschosse genehmigten Toleranzen der Durchmesser.
2. Die Ausdehnung der Kugeln im glühenden Zustande.
3. Die Toleranzen der Bohrungsdurchmesser.
4. Die Verschleimung des Rohres, wobei zu berücksichtigen ist, dass kleine Ladungen eine verhältnissmässig grössere Verschleimung bedingen.
5. Die Nothwendigkeit, die Geschosse mitunter mit einer Hülle von Papier, Woll- oder Leinenzeug oder mit Blechbändern zu umgeben.

Bei möglichst kleinem Bohrungsdurchmesser respektive Spielraum ist überdies der Vortheil erreicht, dass bei einem längeren Gebrauche des Rohres und dadurch bedingter Vergrösserung des Spielraumes, derselbe noch immer entspricht.

Bei Kammergeschützen sind bei der Bestimmung der Durchmesser des Fluges dieselben Grundsätze massgebend, wie bei Kanonen; bei der Bestimmung der Durchmesser der Kammer ist die grösste Ladung vorzugsweise zu berücksichtigen. Uebrigens gilt hier das bei der Form der Kammer Gesagte.

Der 1. und 2. Tafel, §. 42, ist der Bohrungsdurchmesser der Seele (bei Kanonen), des Fluges und der Kammer (bei Haubitzen und Mörsern) zu entnehmen.

Wir übergehen nun speciell zum Spielraum der einzelnen Geschütz-Gattungen, indem nach Festsetzung desselben, wie aus obigem zu entnehmen ist, sich auch der Bohrungs-Durchmesser bestimmt.

Spielraum.

§. 30. Der Spielraum bei Kanonen. Der Spielraum ist der Flächenunterschied zwischen dem Querschnitte der Bohrung und jenem des Geschosses, jedoch pflegt man denselben vielfach im Liniarmasse, als Unterschied des Bohrungs- und Geschossdurchmessers anzugeben. Letztere Angabe ist in der österreichischen Artillerie ebenfalls gebräuchlich.

Die Grösse des Spielraumes hängt ab:

1. Vom Durchmesser der Kugel (bei Berücksichtigung der Toleranzen ihres Durchmessers und jener des Bohrungsdurchmessers, sowie der Ausdehnung der Kugel im glühenden Zustande), mit Bezug auf den für eine noch bequeme Ladeoperation, selbst nach einer grösseren Zahl von Schüssen, bei der bekannten Verschleimung des Rohres durch die Ladung, nothwendigen Raumunterschied zwischen dem Bohrungs- und Geschossquerschnitt; — und

2. Von der Ladung, mit Bezug auf den möglichst kleinsten Raum für die Entweichung der Pulvergase zur Erzielung einer erhöhten Spannung derselben, bei gleichzeitig erreichter minderer Beschädigung der Bohrungswand durch Geschoss-Anschläge.

Es muss daher die Grösse des Spielraumes nach zwei Rücksichten hin bestimmt werden; — die erste der oben angegebenen Rücksichten (Abhängigkeiten) fordert einen grösseren, die zweite den möglichst kleinsten Spielraum, welch' letzterer gleichzeitig die möglichst grösste Anfangsgeschwindigkeit und Treffsicherheit des Geschosses bei festgesetzter Ladung bedingt. — Wird der Spielraum zu gross angenommen, so entweicht ein nicht unbeträchtlicher Theil des Pulvergases durch den Spielraum, wirkt mithin nicht auf die Kugel, und die Anfangsgeschwindigkeit (Schussweite) wird kleiner.

Dies ist bei sehr stark ausgeschossenen Rohren leicht wahrnehmbar, bei welchen man öfters um $^1/_4''$ mehr Aufsatz geben muss, um die für unbeschädigte Kanonen bestimmten Distanzen zu erreichen.

Ebenso nachtheilig wirkt auch der zu grosse Spielraum auf die Richtigkeit der Schüsse und auf die Ausdauer des Rohres.

Die in diesem Falle stattfindenden Geschossanschläge in der Bohrung des Rohres, welche das Geschoss von der vorgezeichneten Bahn ablenken und auf das Verderben des Rohres hinwirken, sind hier vorangehend zu beachten.

Ist im Gegentheile der Spielraum zu klein, so nimmt nach wenig Schüssen die Verschleimung der Bohrung bald so sehr zu, dass das gewöhnliche Reinigen mit dem Wischer nicht mehr ausreicht, und das Laden unmöglich wird. Da es besonders im Feldkriege unumgänglich nothwendig ist, das Geschoss mit Leichtigkeit einzuführen, die Bohrung ohne Beschwerlichkeit zu reinigen und das Geschütz ohne die kleinste Unterbrechung kampffähig zu erhalten; so ist in dieser Beziehung ein zu kleiner Spielraum von den nachtheiligsten Folgen. Auch brennen bei kleinen Spielräumen die Zündlöcher bald aus, und das Rohr kann eher durch die brisante Wirkung der hochgespannten Pulvergase beschädigt werden, da mit der Verkleinerung des Einschliessungsraumes auch die absolute Kraft und brisante Wirkung des Pulvergases wächst.

Um die Grösse des Spielraumes in Betreff des noch ermöglichten bequemen Ladens zu bestimmen, muss man bei der bekannten Ladeweise die Bildung der Verschleimung in Betracht ziehen.

Nach dem Schusse wird die ganze Bohrungsfläche vom Pulverrückstande gleichförmig überzogen und eine Kruste von einer gewissen Dicke gebildet, welche nicht allein von der Grösse und den Eigenschaften der Ladung, sondern auch vom Feuchtigkeitszustande und der Temperatur der Luft abhängt. Diese Dicke nimmt mit der Zahl der Schüsse immer mehr zu, bis endlich das Laden, wenn eine kontinuirliche Reinigung der

Bohrung nicht stattfindet, nicht mehr angeht. Die Verschleimung bildet demnach einen hohlen Cylinder von bestimmter Dicke und einer der Bohrung gleichen Länge.

Nimmt man nun an, dass bei ähnlich konstruirten und geladenen Kanonen der Inhalt der Rückstände dem *n*fachen Inhalte der Ladungen gleich gesetzt werden kann, so gelangt man nach einem theoretischen Kalkül zu dem Schlusse, dass: bei ähnlich proportionirten und geladenen Kanonen sich die diesen Rückständen genügenden Spielräume, wie die Kugeldurchmesser verhalten. (Bezeichnet nämlich r und r^1 die Kugeldurchmesser ähnlich proportionirter und geladener Kanonen und y und y^1 die zu gehörigen Spielräume, so wäre $y : y^1 = r : r^1$.)

Die Annahme, dass bei ähnlich proportionirten und geladenen Kanonen der Inhalt des Rückstandes, bei allen Kalibern, dem *n*fachen Inhalte der Ladung gleich gesetzt werden kann, ist zwar nicht strenge richtig, da die Ladungen der grösseren Kaliber in verhältnissmässig kürzerer Zeit verbrennen, und daher durch die grössere Explosion auch ein grösserer Theil des sich bildenden Rückstandes mit fortgerissen wird. Dieser Unterschied wird aber wohl nur höchst unbeträchtlich sein, daher die aufgestellte Proportion immerhin bestehen kann.

Allein die obige Schlussfolgerung würde nur das Verhältniss der Spielräume bei den einzelnen Kalibern angeben, und die wirkliche Grösse derselben unbestimmt lassen. Um die Grösse des in dieser Beziehung entsprechenden Spielraumes zu finden, bleibt daher kein anderer Weg, als jener des Versuches übrig. Man wird demnach durch Versuche den dieser Anforderung entsprechenden Spielraum, u. z. für den kleinsten Kaliber bestimmen, und den Spielraum der übrigen Kaliber durch die oben aufgestellte Proportion festsetzen.

Um den Einfluss des Spielraumes auf die Schussweite und Genauigkeit der Schüsse zu erkennen, müssen ebenfalls Versuche befragt werden. Die letzteren bieten die nachstehenden Erfahrungen dar:

1. Wenn der Spielraum bei Kanonen bereits eine ziemlich angemessene Grösse erhalten hat, so vergrössert eine fernere, obgleich beträchtliche Verminderung desselben die Schussweite nur mehr wenig;

2. Die weitere Verminderung des Spielraums trägt in diesem Falle auch nur unbedeutend zu einer grösseren Genauigkeit der Schüsse bei, und überhaupt verliert dann der Spielraum jenen überwiegenden Einfluss bei glatten Kanonen, welcher demselben sonst mit Recht zugeschrieben wird.

Sind, wie gewöhnlich, die Batteriekanonen nach anderen Verhältnissen als die Feldkanonen proportionirt und geladen, so soll bei gleichem Kaliber der Feld- und Batteriekanonen kein gleichgrosser Spielraum stattfinden, und es müsste z. B. der Batterie-12-Pfünder einen andern (kleineren) Spielraum, als jener des Feldgeschützes erhalten.

Wird aber erwogen, dass der Unterschied der Spielräume nur unbedeutend ausfallen könne, dass aus Batteriekanonen auch mit glühenden Kugeln geschossen werden müsse (deren Durchmesser im rothglühenden Zustande sich ungefähr um 0·017 vergrössert), dass bei gleich grossen Spielräumen eine Vereinfachung der Bohrwerkzeuge etc. entsteht, und endlich das ganze Kanonensystem an Einheit gewinnt, so wird es in jedem Falle am zweckmässigsten sein, bei gleichen Kalibern einen gleichgrossen Spielraum festzusetzen.

Um die Vortheile eines möglichst kleinen Spielraumes zu erreichen, ohne seine Nachtheile mit in den Kauf zu nehmen, wurden im J. 1844 Versuche zu Wien mit eis. 18pfd. Geschützrohren gemacht, welche von rückwärts zu laden und mit einem Verschlusse nach Wahrendorfs System versehen waren. (Siehe „Verschluss-Vorrichtung bei Hinterladungs-Rohren".)

Obwohl die angestellten Versuche mit diesen Geschützen nicht ungünstige Resultate zeigten, so ist man doch wegen vorgekommener Anstände und sonstiger Erwägungen von einer Einführung dieses Systems abgegangen.

In der österreichischen Artillerie findet die Einheit im Spielraume statt (der Spielraum ist bei allen Kalibern beiläufig $^1/_{22}$ des wahren Kugeldurchmessers). — Aus der im §. 42 eingeschalteten 1. und 2. Tafel sind die Spielräume der Kanonen zu entnehmen.

§. 31. Spielraum der Haubitzen. — Da die Bewegung der Granate im Rohre viel langsamer als jene der Kugel ist, mithin weit weniger Pulverrückstand durch die dem Geschosse nachströmenden Gase aus der Bohrung mit fortgerissen wird, auch die stärkere Abkühlung des erhitzten Pulvergases an den Wänden der weiteren Haubitzbohrung mit zur Erhärtung des Rückstandes beiträgt, so folgt: dass der Spielraum der Haubitzen grösser, als jener der mit gleicher Ladung zu ladenden Kanonen sein müsse.

Aus der grösseren Abkühlung des Pulvergases an den Wänden des Fluges erklärt sich auch die bei Versuchen beobachtete Erscheinung, dass, wenn aus Haubitzen mit schwachen Ladungen geworfen wird, nach einer verhältnissmässig geringen Zahl von Schüssen die Verschleimung in Gestalt einer harten Kruste (ungeachtet das Rohr nach jedem Schusse mit dem Wischer gereinigt wird) dergestalt zunimmt, dass das Einführen der Granate nicht mehr möglich wird.

Um nun eine Grenze für das Minimum des Spielraumes der Haubitzen zu finden, so wäre es am einfachsten, eine Kanone zum Vergleiche zu wählen, welche mit einer der Haubitzgattungen eine gleiche Ladung hat, und letzterer einen etwas grösseren Spielraum als ersterer zu geben.

So ist z. B. die grösste Ladung der kurzen 7pf. Feld-Haubitze 32 Loth, und jene des bestandenen Feld-3-Pfünders auch 32 Loth, es müsste daher der Spielraum der Haubitze grösser sein, als jener des bestandenen 3-Pfünders, welcher 1·027''' betragen hat.

Wären weiters die Bohrungslängen der Haubitzen im Verhältnisse des Granatendurchmessers nicht bedeutend verschieden, ferner die Ladungen bei den verschiedenen Haubitzgattungen in gleichem Verhältnisse des Granatengewichtes, so könnte man bei der Bestimmung des Spielraumes eben so wie bei den Kanonen unter gleichen Umständen verfahren, und es würden sich die Spielräume wie die Durchmesser der Granaten verhalten.

Wäre beispielsweise der Spielraum der kurzen 7pf. Haubitze mit Rücksicht auf die oben gemachte Betrachtung zu 2''' festgesetzt worden, und es sollte hieraus der Spielraum der 10pf. Haubitze hergeleitet werden, so ergibt sich nach der oben angegebenen Proportion, weil der Durchmesser der 7pf. Granate = 5·49419'', jener der 10pf. = 6·1880'' ist, der Spielraum der 10pf. Haubitze mit 2·25''', welcher von den wirklich eingeführten = $2^1/_2$''' nur um 3^{IV} verschieden ist.

Allein abgesehen davon, dass diese Bestimmungsweise nicht von Mängeln frei ist, so sind auch die oben erwähnten Bedingungen bei den

einzelnen Haubitz-Gattungen nicht erfüllt, die Konstruktionen der Kammer differiren nicht unwesentlich, weiters treten bei kurzen und langen Haubitzen ganz verschiedene Verhältnisse auf und schliesslich können die verschiedenen Ladeverhältnisse bei Haubitzen nicht unberücksichtigt bleiben, sonach muss von der Bestimmung des Spielraumes auf dem oben angedeuteten Wege abgesehen, und jener des Versuches, welcher allein endgiltig zu entscheiden vermag, betreten werden. Der Spielraum der Feld- und Batteriegeschütz-Haubitzen findet sich in der im §. 42 eingeschalteten Tafel 1. und 2.

§. 32. Spielraum der Mörser. Bei dem Spielraume der Mörser gilt zum Theil das bei den Haubitzen Gesagte. Auch bei Mörsern wäre als der Wahrheit nahe stehend anzunehmen, dass, wenn dieselben in gleichem Verhältnisse des Bombendurchmessers und Bombengewichtes konstruirt und geladen sind, sich die Spielräume wie die Durchmesser der Bomben verhalten.

Dieser Satz lässt sich bei der Bestimmung des Spielraumes der Mörser wohl in Erwägung ziehen, jedoch muss auch hier der Weg des Versuches zu einer endgiltigen Bestimmung des Spielraumes betreten werden.

Um auch bei den Mörsern den Einfluss des Spielraumes auf die Wurfweite zu übersehen; so folgt hier ein Auszug aus einem zu Wien mit zwei 60pfd. Mörsern dieserwegen ausgeführten Versuche.

Der Spielraum des neueren Mörsers war $2\frac{1}{2}'''$, jener des älteren $6'''$ 5^{IV} 3^{V}, mithin der Unterschied $3'''$ 11^{IV} 3^{V}. Beide Mörser waren sonst in der Bohrung vollkommen gleich, und mit solchen Wölbungen versehen, dass die Bomben überall am Metalle aufliegen mussten.

Aus diesem Versuche folgt, dass eine bedeutende Verminderung des Spielraumes auch eine bedeutend grössere Wurfweite gebe, und dass die Unterschiede der Wurfweiten desto grösser werden, je grösser die Ladung und der Elevationswinkel wird.

Welchen Einfluss ferner ein verminderter Spielraum auf die Sicherheit des Treffens habe, zeigen die 1828 und 1829 zu Wien mit alten und neuen Mörsern gleichzeitig ausgeführten Versuche.

Bei diesen Versuchen wurde auf die Entfernung von 160, 240 und 320 Klft. unter den Elevationswinkeln von 25, 30, 35, 40 und 45 Grad geworfen.

Aus den erhaltenen Resultaten liess sich folgern, dass zwar eine bedeutende Verminderung des Spielraumes die Wahrscheinlichkeit des Treffens vermehre, dass diese Vermehrung im Ganzen jedoch nicht bedeutend sei, und erst bei grösseren Entfernungen merklicher werde, und dass überhaupt der Spielraum bei den Mörsern, wenn derselbe dem entsprechendsten schon nahe liegt, eben so wie bei den Kanonen den Einfluss auf die grössere Sicherheit im Treffen nicht habe, welcher demselben sonst zukommt. Was endlich den Einfluss des Spielraumes auf die Konservirung des Mörsers anbelangt, so fehlt es in diesem Punkte noch an vollständigen vergleichenden Versuchen. — Es ist übrigens kaum zweifelhaft, dass ein kleinerer Spielraum zur längeren Dauer des Mörsers beitrage.

Wie diess auch aus den angeführten Versuchen zu Wien mit zwei 60pfd. Mörsern bei einem Unterschiede im Spielraume von nahe $4'''$ und aus dem im Jahre 1829 ebendaselbst ausgeführten Versuche zum Theile hervorgeht.

Aus den erwähnten beiden 60pfd. Mörsern, welche überdies aus einem Gusse waren, wurde zu dem genannten Zwecke auf gleiche Distanzen unter gleichen Elevationen u. z. gleichzeitig geworfen.

Die im §. 42 eingeschalteten Tafeln 1. und 2 geben die Spielräume der österr. Mörser, welche nahe $^1/_{21}$ des Bombendurchmessers betragen.

Metallstärke des Rohres.

§. 33. Metallstärke der Kanonen. Man nennt der Kürze wegen den Unterschied zwischen dem Halbmesser der Bohrung und jenem des äusseren Umfanges des Rohres in irgend einem auf die Achse senkrechten Querschnitte die Metall- oder Eisenstärke dieses Ortes.

Die Metallstärke eines Kanonenrohres muss aus 3 Gesichtspunkten betrachtet werden, u. z.:

1. In Hinsicht der Zersprengbarkeit des Rohres; mit besonderer Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit des Erzeugungs-Materiales.

2. In Hinsicht der Einwirkung des Rohres auf die Laffete, — und endlich

3. In Hinsicht der Lage des Schwerpunktes des Rohres.

Im Hinblick auf den 1. Punkt ist die Metallstärke des Rohres so zu bemessen, dass sie mit dem von der Pulverladung an den verschiedenen Punkten der Bohrung ausgeübten Drucke im richtigen Verhältnisse stehe, um den entsprechenden Widerstand leisten zu können.

Um in dieser Hinsicht die Metallstärke zu bestimmen, muss man die Art der Wirkung der Pulverkraft auf die Bohrung kennen, und zu diesem Ende entweder die Angaben von Pulverproben, welche die brisante (zersprengende) Wirkung des Pulvers angeben, zu Rathe ziehen, oder stark gebrauchte Kanonenrohre untersuchen. Erstere geben die Abnahme der Gasspannung (des Druckes) von einem dem Geschosslager nahe liegenden Punkte, bei welchem dieselbe am grössten ist, bis zur Mündung zu erkennen, bei letzteren wird man immer bemerken, dass im Ladungs-Raume die Erweiterungen und Zusammenpressungen des Metalls am stärksten sind, so zwar, dass sie manchmal selbst von aussen durch Aufbauchung des Metalles sichtbar werden. Auch ist in dieser Gegend das Metall rauh und porös. In diesem Raume nun, welcher sich wohl nicht scharf begrenzen lässt, und welchen man füglich den Verbrennungsraum nennen könnte, da in selbem der grösste Theil der Ladung verbrennt, findet die grösste Kraftäusserung des Triebmittels statt. Von dieser Stelle an, nimmt dieselbe wieder ab, und wird an der Mündung am kleinsten. Aus diesen Erfahrungen über die Pulverwirkung folgt, dass die Metallstärke vom Stossboden gegen die Mündung zu abnehmen müsse, und dass diese Metallabnahme durch die abgestutzte Kegelform des ganzen Rohres am einfachsten erreicht werden könne.

(Die Kegelform verbindet auch noch den bei den Batterie- und Schiffgeschütz-Rohren so wichtigen Vortheil, dass der Schwerpunkt des Rohres bei dem kleinsten Metallaufwande so weit als möglich gegen rückwärts gebracht ist, wodurch sie weiter in die Scharten oder Stückpforten reichen.)

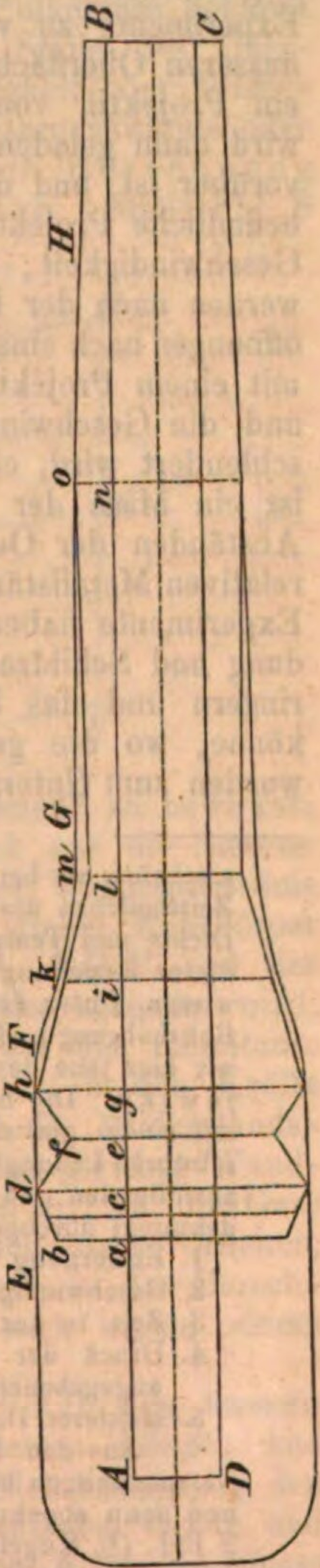
Man hat bisher nicht immer den Rohren die abgestutzte Kegelform gegeben, sondern sich im Allgemeinen dadurch dieser Form zu nähern gesucht, dass man das Boden- und Zapfenstück, —

1. als Cylinder von verschiedenem Durchmesser und das Vorderstück als Konus konstruirte,

2. Boden- und Mittelstück als einen abgestutzten Kegel für sich konstruirte und dem Vorderstück ebenfalls die abgestuzte Kegelform gab, oder

3. alle 3 Theile nur einen einzigen Konus bilden liess.

(Fig.7.)



In der österreichischen Artillerie gehören die 7pfd. langen und die Gebirgshaubitzen so wie ein Theil der älteren Mörser zur 1. Art; die Feldkanonen, die metallenen Batterierohre und die eisernen Batteriekanonen und Haubitzen des neuen Systems zur 2. Art; endlich die älteren Vertheidigungsrohre zur 3. Art.

Will man das Rohr in allen Punkten seines Längenschnittes von gleicher Widerstandsfähigkeit machen, so muss man die in diese Schnittsfläche fallenden Metallstärken nach den Gasspannungen und Drücken proportioniren, welche in den verschiedenen Punkten der Rohrbohrung vorkommen, also die Schnittsfläche durch eine Linie begrenzen, welche nahe am Stossboden, dann am Ladungsraume und noch etwas vor demselben den grössten Abstand von der Schnittslinie der Bohrungswand hat, und sich derselben gegen die Mündung zu immer mehr und mehr nähert. Der Stossboden soll von dieser Begrenzungslinie in einem Abstande umschlossen werden, welcher dem dort während der Verbrennung und Geschossbewegung ausgeübten grössten Drucke entspricht. Nimmt man als den grössten Abstand dieser Linie beispielsweise den Durchmesser der Bohrung an, und konstruirt die Querschnittsfläche nach den von Major Neumann und Obersten Majewsky angegebenen (siehe 34. und 41. Band des Archivs für die Offiziere des königl. preuss. Artillerie- und Ingenieur-Korps) Druckverhältnissen *) derart, dass die Abscissen die Bohrungslängen und die Ordinaten die Druckkräfte vorstellen, so erhält man ungefähr die in Fig. 7 gezeichnete Gestalt des Rohrlängenschnittes. In dieser Figur sind AB und CD die Abscissenachsen, ab, cd, ef, gh, ik, lm, no, etc. die den Abscissen entsprechenden Ordinaten, und $bdfhkmoB$ ist die Verbrennungslinie oder die Kurve, welche den im Rohre herrschenden Gasdruck versinnlicht. Werden die Unregelmässigkeiten dieser Kurve, welche wahrscheinlich in den Anschlägen der Kugel an den Bohrungswänden begründet sind, auf eine zweckmässige Weise ausgeglichen, so erhält man ungefähr die Linie $EFGHB$ als die wahre Begrenzungs-Kurve des Längenschnittes dieses Rohres.

*) Da eine theoretische Lösung des Problems der Geschossbewegung in der Rohrbohrung und der dabei stattfindenden Spannungen, in so lange nicht möglich

Es ist klar, dass man den Rohren eine solche Gestalt geben müsse, dass in jedem Punkte des Längenschnittes die Metallstärke genau der zerreissenden Kraft angepasst werde, welche bei dem Schusse auf den betreffenden Punkt dieses Schnittes wirkt. Es handelt sich daher vorerst darum, diese Kräfte zu bestimmen. In den Vereinigten Staaten, wo die Rohre nach diesem Grundsatze konstruirt werden, verfährt man hiebei folgendermassen: Etwas über ein Kaliber hinter der Mündung des zu dem Experimente zu verwendenden Rohres wird eine Queröffnung von der äusseren Oberfläche bis zur Bohrung durchgebohrt, und in diese Oeffnung ein Projektil von bestimmtem Gewichte genau eingepasst. Das Rohr wird dann geladen und abgefeuert. Sobald das Geschoss an der Oeffnung vorüber ist, und die Pulvergase letztere erreichen, wird das in derselben befindliche Projektil gegen ein ballistisches Pendel geschleudert, und die Geschwindigkeit, mit welcher dies geschieht, genau gemessen. Hierauf werden nach der Reihe und in gleichen Abständen mehrere solche Queröffnungen nach einander bis zum Ladungsraume fortschreitend gebohrt, jede mit einem Projektile von gleichem Gewichte wie das erste verschlossen, und die Geschwindigkeit, mit welcher das Projektil in das Pendel geschleudert wird, ebenso bestimmt. Die Geschwindigkeit dieser Projektile ist ein Mass der relativen Kraft der Explosion in den entsprechenden Abständen der Oeffnungen von dem Seelenboden, und folglich auch der relativen Metallstärke, welche an jeder dieser Oeffnungen nöthig ist. Diese Experimente haben bewiesen, dass man die Metallstärke zwischen Mündung und Schildzapfen gegen jene der alten Rohrmodelle bedeutend verringern und das hiedurch ersparte Metall am Bodenstücke verwerthen könne, wo die grösste Festigkeit nöthig ist. Derart konstruirte Rohre wurden zum Unterschiede von jenen des alten Modells Dahlgren-Rohre

erscheint, als bei der successiven Verbrennung des Pulvers die Menge der in jedem Zeittheilchen des Verbrennungsaktes entbundenen Gase, und die dabei stattfindende Dichte und Temperatur derselben nicht bekannt sind; so ist man bis nunzu in dieser Beziehung auf unvollständige Daten und die Erfahrungen der Praxis angewiesen. Unter den Bestrebungen die Bewegungsverhältnisse des Geschosses in der Rohrbohrung und die dabei vorkommenden Gasspannungen zu erforschen, erwähnen wir hier jene des preussischen Majors Neumann und des russisch. Obersten Majewsky. Die nach dem Vorschlage Neumann's angestellten Versuche wurden mit einem glatten bronzenen 6- und 12-Pfünder, mit verschiedenen nahe $^1/_3$ kugelschweren Ladungen (beim 6-Pfünder $1^3/_4$, 2 und $2^5/_{32}$ Pfd.; beim 12-Pfünder $3^1/_2$ Pfd.) ausfüllenden und verlängerten Patronen (leider in ungenügender Anlage und Ausdehnung) durchgeführt, und hiebei folgende Daten ermittelt:

1. Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage (dem Geschosslager);
2. Geschwindigkeit der Kugel in der vorhergenannten Entfernung;
3. Zeit, in der die Kugel diese Entfernung zurücklegte;
4. Druck der Gase auf 1 Quadratzoll des Geschosses, in dem Intervalle der angegebenen Zeiten; und
5. Mittlerer Druck der Gase in demselben Zeitintervalle.

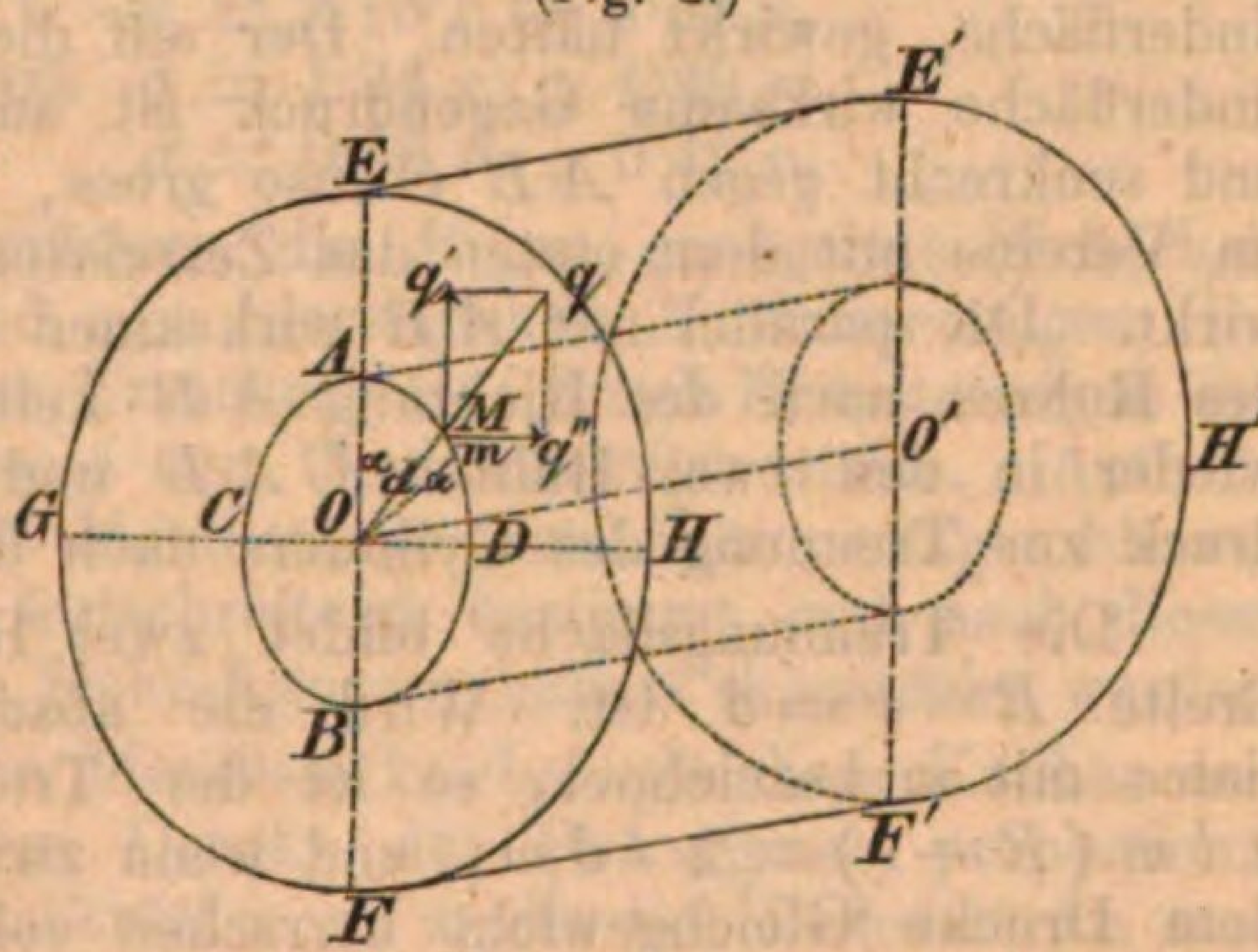
Aus den bei diesem Versuche ermittelten Daten erkannte man, dass die Gasspannungen beim allmäligen Fortrücken der Kugel im Rohre sehr rasch wachsen und dann abnehmen; so dass z. B. beim 6-Pfünder mit ausfüllenden Patronen zu 2 Pfd. ($^1/_3$ Kugelschwere) die grösste Gasspannung 1231 Atmosphären betrug, und dass dabei die Kugel erst um 3·95″ von ihrer ursprünglichen Lage gewichen war und hier eine Geschwindigkeit von 607 Fuss hatte; — bei 50·58″ Entfernung vom Kugellager betrug die Gasspannung 248 Atmosphären, die Kugel hatte eine Geschwindigkeit von 1586 Fuss erreicht und war durch nahe 0·0045 Sekunden im Rohre verblieben.

genannt, weil diese Konstruktionsmethode von Kapitän Dahlgren herrührt.

Wie man sieht, handelt es sich bei der äusseren Konstruktion der Rohre hauptsächlich darum, den Druck des Pulvergases auf jeden Punkt der Bohrungswand zu wissen; ist dieser Druck bekannt, so kann man die Metallstärke leicht nach der dem Erzeugungsmateriale entsprechenden Festigkeit konstruiren.

§. 34. Wenn der gesammte, grösste Druck der Pulvergase bekannt ist, den die Bohrung eines Rohres an irgend einer Stelle des Querschnittes zu erleiden hat, so kann man nach der Festigkeit oder Widerstandsfähigkeit des Rohrmetalles auch die Dicke der Bohrungswände oder die Metallstärke des Rohres annähernd durch Berechnung aus den bekannten Festigkeits-Koefficienten bestimmen. Stellt Fig. 8 irgend einen Querschnitt eines Rohres mit cylindrischer Bohrung vor, und ist der Druck der entwickelten Pulvergase auf jedes Element der Bohrungswand in einer und derselben Querschnittsfläche $A\ C\ B\ D$, wie gewöhnlich vorausgesetzt wird, gleich gross, so kann man als die einfachste Hypothese annehmen, dass die Rohrwand bei hinreichendem Drucke endlich nach der Richtung der Durchmesser zerrissen werde.

(Fig. 8.)



Denn, um das Zerreissen mit dem geringsten Kraftaufwande zu bewirken, muss der Druck und der demselben gleiche Gegendruck auf die Summe der Flächenelemente ein Maximum und die Grösse der Widerstandslinie ein Minimum werden. Diese Bedingungen werden bei einem Rohrkörper jedesmal eintreten, wenn der Druck auf eine Hälfte $A\,D\,B$ und der Gegendruck auf die andere Hälfte $A\,C\,B$ der Wandfläche ausgeübt wird, und die Widerstandslinien $A\,E$ und $B\,F$ senkrecht auf die Resultante $H\,D$ oder $G\,C$ dieser Druckkräfte steht, weil dann die beiden Kräfte gleichzeitig auf die grösstmöglichste Fläche wirken und die Widerstandslinien das kleinste Mass haben. Ebenso wie der Riss bei gleicher Wanddicke des cylindrischen Rohres durch $E\,F$ geht, kann er, da die Gase auch auf die Flächenhälften $C\,A\,D$ und $C\,B\,D$ gleich stark drücken, auch durch $G\,H$ u. s. w. gehen. Man braucht demnach in der Berechnung blos den Fall zu beachten, wenn das Rohr nach irgend einem Durchmesser $E\,F$ in zwei Theile zerrissen wird.

Bezeichnet $A\,B = 2\,r$ den inneren und $E\,F = 2\,\mathrm{R}$ den äussern Durchmesser des cylindrisch gebohrten Rohres, l dessen Länge, und $A\,E = D\,H = R - r = \delta$ die Wanddicke oder die Metallstärke, q den auf die Flächeneinheit der inneren Wand bezogenen radialen Druck und α den Winkel $A\,O\,M$, welcher die Richtung $O\,M$ des in irgend einem Punkte M des inneren Umfanges gedachten Druckes q mit dem Durchmesser $A\,B$ bildet; so kann man diesen Druck in zwei auf einander senkrecht wirkende Seitendrücke q' und q'' zerlegen, wovon der erstere

parallel zu AB, der letztere daher senkrecht darauf ist, und hat dann $q' = q \cos. \alpha$ und $q'' = q \sin. \alpha$. Der Druck auf den unendlich schmalen Streifen, dessen Bogen $Mm = r\,d\,\alpha$ ist, wird daher senkrecht gegen AB, wegen des Flächeninhaltes $l\,r\,d\,\alpha$, $l\,r\,d\,\alpha \,.\, q \sin. \alpha$ und der dazu parallele Druck $l\,r\,d\,\alpha .\; q \cos. \alpha$ sein. Der Gesammtdruck auf die halbe innere Cylinderfläche ist daher senkrecht auf den Durchmesser AB

$$r\,l\,q \int_0^{\pi} \sin. \alpha\, d\,\alpha = 2\,r\,l\,q,$$

und parallel zu diesem Durchmesser $r\,l\,q \int^{\pi} \cos. \alpha\, d\,\alpha = o.$

Man sieht demnach, dass der gesammte Druck auf die halbe innere Cylinderfläche gerade so gross ist, als ob die Gase senkrecht auf die diametrale Ebene des inneren Cylinders, als Projektion der hohlen Cylinderfläche, gewirkt hätten. Der auf die zweite Hälfte ACB der Cylinderfläche wirksame Gegendruck ist auch in derselben Richtung CD und senkrecht gegen AB ebenso gross, als der direkte Druck, welcher im Vereine mit dem ersten das Zerreissen oder Trennen des Rohres bewirkt. Die parallel mit AB wirksamen Drücke haben auf das Trennen des Rohres nach der Richtung AB keinen Einfluss und summiren sich wieder in den zwei Hälften CAD und DBC als Druck und Gegendruck zur Trennung des Cylinders nach der Richtung CD.

Die Trennungsfläche bildet zwei Rechtecke, deren Länge l und Breite $R - r = \delta$ ist. Wird die absolute Festigkeit des Rohrmateriales mit m bezeichnet, so ist der Trennungswiderstand dieser Fläche $2\,l\,m\,(R-r) = 2\,l\,\delta\,m$, und wenn zwischen diesem Widerstande und dem Drucke Gleichgewicht herrschen soll, so muss $2\,l\,\delta\,m = 2\,r\,l\,q$ sein, woraus sich die Kraft, welche das Zerreissen ebenso bewirkt, zu

$$q = \frac{m\,\delta}{r} = m.\;\frac{R-r}{r} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(1)$$

und dann die Metallstärke, bei welcher das Rohr eben noch zerreissen muss, zu

$$\delta = \frac{r\,q}{m} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;\mathrm{I}$$

ergibt.

Wie man sieht, ist die Metallstärke von der Länge des Cylinders unabhängig und nimmt unter gleichen Verhältnissen mit dem Halbmesser der inneren Aushöhlung zu.

Die zerreissende Kraft oder der Koefficient m beträgt auf 1 Quadratzoll Querschnittsfläche:

bei Gusseisen direkt aus dem Hochofen	24000	bis	24300 Pfd.
„ „ in Flammenöfen umgeschmolzen .	28000	„	36000 „
„ Geschützbronze	34000	„	38000 „
„ Gussstahl	71000	„	120000 „

Nimmt man am Bodenstücke eines Rohres den Druck q zu 1300 Atmosphären oder 16575 Pfund auf 1 Quadratzoll Querschnittsfläche an, wie dies nach den im früheren angegebenen Versuchsdaten für glatte Rohre bei $^1/_3$ kugelschwerer Ladung wirklich stattfindet; so findet man die Metallstärke an diesem Punkte, also am Patronenlager:

für Gusseisen $\delta = 0{\cdot}70\,r$ bis $0{\cdot}46\,r$,
„ Geschützbronze $\delta = 0{\cdot}48\,r$ „ $0{\cdot}43\,r$,
„ Gussstahl $\delta = 0{\cdot}23\,r$ „ $0{\cdot}14\,r$.

Bei diesen Metallstärken müsste das Rohr im Patronenlager zuverlässig zerreissen. Damit dies nun nicht eintrete und die Rohre auch für den anhaltenden Gebrauch eine genügende Widerstandsfähigkeit und Ausdauer haben, muss man die eben ermittelten Metallstärken bedeutend grösser machen. Ueber diese Vergrösserung kann nur die Erfahrung entscheiden. Im Maschinenbaue pflegt man für Gegenstände, welche genügende Dauer verbürgen sollen, die Grösse des Koefficienten m nur zu $^1/_3$ bis $^1/_4$ seines wirklichen Werthes zu setzen. Wird dies auch bei den Geschützrohren beobachtet, so ergibt sich, wenn man $^1/_3\ m$ in Rechnung bringt, die grösste Metallstärke der Geschützrohre

für Gusseisen $\delta = 2{\cdot}10\,r$ bis $1{\cdot}38\,r$,
„ Geschützbronze $\delta = 1{\cdot}34\,r$ „ $1{\cdot}29\,r$,
„ Gussstahl $\delta = 0{\cdot}69\,r$ „ $0{\cdot}42\,r$.

Bei diesen Metallstärken müssten die Rohre genügende Sicherheit gegen das Zerspringen bieten und eine hinreichende Ausdauer zeigen, insofern letztere nicht durch andere Ursachen, als: durch Erweiterungen der Bohrung, Anschläge der Geschosse etc. beeinträchtigt würde. Auf die eben angegebene Weise muss die Metallstärke vom Patronenlager bis zur Mündung von Punkt zu Punkt fortschreitend bestimmt und nach diesen Massen die Begrenzungslinie des Rohr-Längenschnittes konstruirt werden.

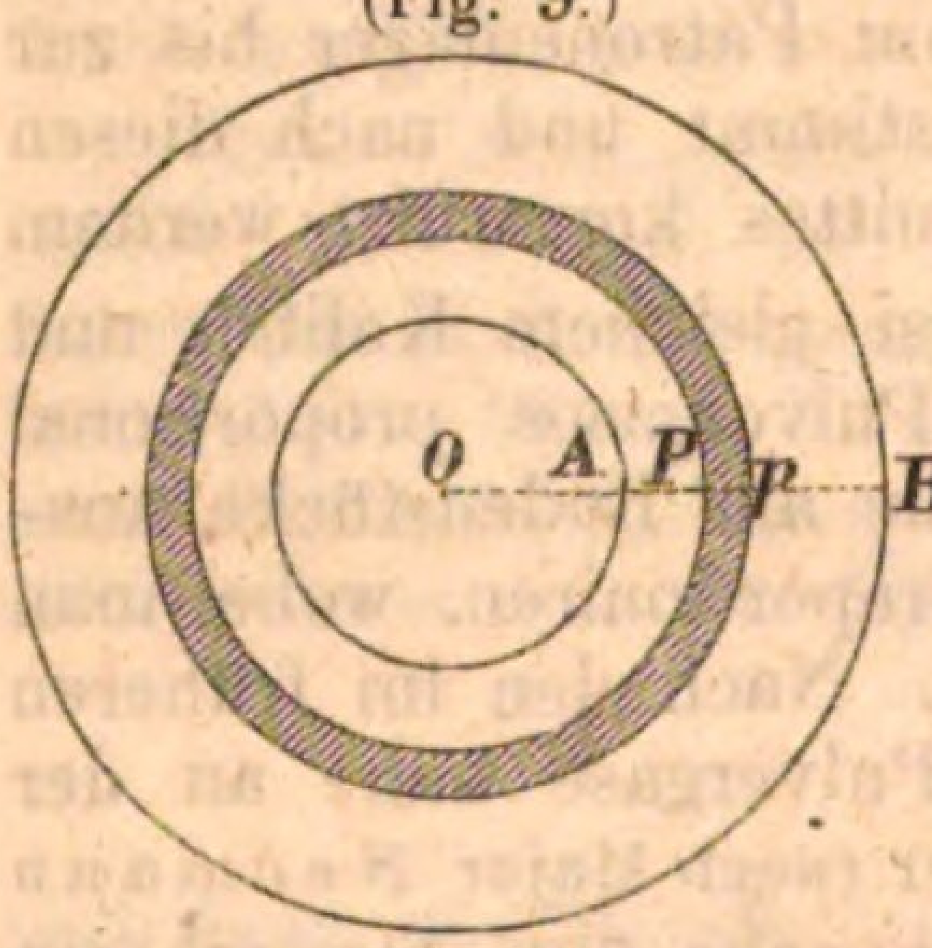
Da nach der Formel 1 die Metallstärke bei gleichem Kaliber und gleichem Erzeugunsmateriale dem Drucke des Pulvergases proportional ist, so genügt es, nur eine Metallstärke, u. z. die am Bodenstücke auszurechnen und die anderen nach dem Drucke zu proportioniren, wobei man die zuerst gefundene zur Einheit annehmen kann. Nach den im früheren angegebenen Versuchsdaten ist der Druck der Pulvergase nahe an der Mündung nur 0·4 bis 0·5 desjenigen am Geschosslager (nach Major Neumann ist der Druck bei 2″ Entfernung vom Geschosslager nahe 600 Atmosphären und auf 50″ Entfernung nahe 280 Atmosphären), daher wird es auch genügen, das Rohr an der Mündung nur 0·4 δ bis 0·5 δ stark zu machen.

Sollte der Druck der Pulvergase auf die Wände der Bohrung und die Festigkeit des Metalles, aus welchem das Rohr erzeugt werden soll, nicht bekannt sein, so könnte man die Metallstärken des Rohres durch Rechnung auf diese Weise nicht bestimmen. Ohne diese Elemente ist es überhaupt nicht leicht möglich ein Rohr zu konstruiren, welches in seinem Metalle weder zu stark, noch zu schwach, daher weder zu schwer, noch zu wenig widerstandsfähig ist. Dass man über diese Gegenstände von altersher, und selbst noch jetzt sehr stark im Dunkeln umhertappt, ist erwiesen. Bei rationeller Konstruktion genügt es jedoch nicht, die Metallstärke durch Vergleiche mit anderen Rohren zu bestimmen, sondern man ist gezwungen, stets die Festigkeit des Rohrmetalles und den muthmasslichen Druck der Pulvergase zu berücksichtigen, und sowohl bezüglich dieser Punkte als auch bezüglich der Widerstandsfähigkeit und Ausdauer eines neuen Rohres den Weg der Experimente einzuschlagen, welche mit Geschick durchgeführt, nicht nur viele Kosten ersparen, sondern auch vor Unglücksfällen und argen Täuschungen bewahren.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass glatte bronzene Geschützrohre, welche allen an sie gestellten Forderungen vollkommen genügen sollen, bei: 0·28, 0·3, 0·4, 0·5 kugelschw. Ladungen im Ladraume eine Metallstärke $\delta = 1{\cdot}4r, 1{\cdot}5r, 1{\cdot}6r, 1{\cdot}8r$ haben müssen, und dass die Metallstärke an der Mündung ohne Rohrverstärkung zu 0·4 bis 0·5 Theilen der hinteren anzunehmen ist. Obwohl die eisernen Rohre bei denselben Abmessungen in der Metallstärke wie die bronzenen eine genügende Widerstandsfähigkeit zeigen, so gibt man ersteren gewöhnlich eine etwas grössere Metallstärke als letzteren.

§. 35. Bei der Ableitung der Formel $\delta = \frac{rq}{m}$ zur Bestimmung der Metallstärke der Rohre wurde die Ausdehnbarkeit und Elasticität der Rohrmaterie nicht in Rechnung gezogen. Vermöge dieser Eigenschaften wird aber bei einem Rohre, welches in seiner Bohrung einen genügend grossen Druck erfährt, die Spannung an der äusseren Umfangsschichte nicht mehr, wie früher stillschweigend vorausgesetzt wurde, jener an der innern Wand gleich, sondern kleiner als an dieser sein. Die Formel $\delta = \frac{rq}{m}$ kann daher auch nur für röhrenförmige Körper von sehr geringer Wanddicke Anwendung finden, bei welchen man die Spannung an der äussern Umfangsschichte desto mehr jener an der innern Wandschichte als gleich gross vorauszusetzen berechtigt ist, je dünner die Wand ist. Bei röhrenförmigen Körpern von grosser Wanddicke, also auch bei Geschützrohren, kann man nachstehenden Weg zur Bestimmung der Spannungen in den verschiedenen Wandschichten und der Metallstärken für einen gegebenen innern Druck einschlagen.

(Fig. 9.)



Sei $AO = r$ der innere und $BO = R$ der äussere Halbmesser und l die Länge des Rohres (Fig. 9), und nimmt man in dem Abstande $OP = x$ und $Op = x + dx$ vom Mittelpunkte einen koncentrischen, unendlich schmalen Ring als Querschnitt eines hohlen Cylinders von dem Halbmesser x und der Metallstärke dx; so ist der Widerstand für denselben nach der vorigen Untersuchung:

$$2\,l\,m^1\,dx = 2\,l\,q^1\,x, \text{ oder } q^1\,x = m^1\,dx \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (a)$$

wenn mit m^1 die absolute Festigkeit für diesen Cylinder und mit q^1 der Druck auf die Flächeneinheit bezeichnet wird.

Beachtet man hier die Hypothese, dass der auf die innere Wand ausgeübte grosse Druck sich durch das Aufeinanderwirken, der koncentrischen Ringe oder Rohrschichten nach aussen zu fortpflanzt; nimmt man ferner an, dass durch die Ausdehnung des Rohres der Halbmesser r um Δr vermehrt wird, und dass der Flächeninhalt des zwischen A und B liegenden Kreisringes durch die Ausdehnung nicht geändert wird;*) so ist:

$$(x^2 - r^2)\,\pi = [\,(x + \Delta x)^2 - (r + \Delta r)^2]\,\pi.$$

*) Um ganz genau zu rechnen, müsste man auch die Ausdehnung in die Länge berücksichtigen, und dann statt der Querschnittfläche den Kubikinhalt des Ringes konstant setzen. —

Weil aber Δx und Δr sehr kleine Theile von x und r sind, so kann man die Quadrate derselben vernachlässigen, und erhält dann

$$\Delta x = \frac{r \Delta r}{x}.$$

Da der Druck innerhalb der Elasticitätsgrenze der Grösse der bewirkten Ausdehnung $\frac{\Delta r}{r}, \frac{\Delta x}{x}$ proportional ist und durch den Widerstand, welchen die Festigkeit der Materie der Ausdehnung entgegensetzt, gemessen wird, so hat man, wenn m die auf die Flächeneinheit bezogene absolute Festigkeit oder die Spannung auf die innere, dem Halbmesser r entsprechende Bohrungswand bezeichnet, die Proportion

$$m : m^1 = \frac{\Delta r}{r} : \frac{\Delta x}{x}.$$

Setzt man hier statt Δx den vorhin entwickelten Werth $\Delta x = \frac{r \Delta r}{x}$, so erhält man $m : m^1 = \frac{\Delta r}{r} : \frac{\Delta x}{x} = x^2 : r^2$, woraus sofort $m^1 = \frac{r^2}{x^2} m \ldots (2)$ folgt.

Aus dieser Gleichung ist zu entnehmen, dass die Spannung oder der Widerstand, den die Festigkeit der Materie dem Zerreissen entgegensetzt, sich mit der Zunahme des Quadrates der Entfernung vom Mittelpunkte vermindert, und dass sich die Widerstände der Rohrmaterie in den einzelnen Wandschichten verkehrt wie die Quadrate der Halbmesser dieser Schichten verhalten.

Setzt man den Werth von m^1 in die obige Gleichung (a), so ergibt sich:

$$q^1 x = m r^2 \frac{dx}{x^2}.$$

Da für $x = r$ auch $q^1 = q$ wird, so hat man:

$$q r = r^2 m \int_r^R \frac{dx}{x^2} = r^2 m \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right) = \frac{rm (R - r)}{R}, \text{ oder:}$$

$$q = \frac{m (R - r)}{R} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

und wenn man wieder mit δ die Metallstärke bezeichnet, $\delta = \frac{Rq}{m} \ldots (4)$

oder da $R = r + \delta$ ist, auch $\delta = \frac{r q}{m - q} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ II

Aus dieser Formel ist zu entnehmen, dass der innere Druck q auf die Flächeneinheit stets kleiner sein muss, als die absolute Festigkeit m des Rohrmetalles, weil im Gegenfalle δ unendlich gross, oder selbst negativ werden könnte, was jedenfalls mit der Erfahrung nicht im Einklange steht, und daher die Anwendung der Formel für die Berechnung der Metallstärken bei Geschützrohren ausschliesst. Man sieht ferner, dass man nach dieser Formel stets grössere Metallstärken erhalten wird, als nach der Formel I des vorigen Paragraphes.

Nach der Gleichung (3) hat man für die angenommene Metalldicke

von $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{2}$ und 2 Kalibern oder
$R = 1{\cdot}5\,r,\ 2\,r,\ 2{\cdot}5\,r,\ 3\,r,\ 4\,r$ „ $5\,r$:
$q = \frac{1}{3}m,\ \frac{1}{2}m,\ \frac{3}{5}m,\ \frac{2}{3}m,\ \frac{3}{4}m$ „ $\frac{4}{5}m$.

Man sieht also, dass der Widerstand eines Rohres bei $\frac{1}{4}$ Kaliber Metalldicke $\frac{1}{3}\,m$ beträgt, und dass durch die Vermehrung der Metallstärke um das Achtfache, also bei $2\,r$, das Rohr nur einem innern Drucke von $q = \frac{4}{5}\,m$ widerstehen kann, dass also der Widerstand in diesem Falle nur um $\frac{4}{5}\,m - \frac{1}{3}\,m = \frac{7}{15}\,m$, d. i. in dem Verhältnisse 5 : 7, daher kaum um das $1\frac{1}{2}$fache Mass vermehrt wird.

Sucht man die Abnahme der Widerstandsfähigkeit in den verschiedenen Schichten des Rohrmetalles, z. B. in den Schichten A und P, Fig. 9, so ergibt sich dieselbe zu $t = m - m'$. Setzt man statt m' den Werth aus Gl. (2), so ist

$$t = m.\ \frac{x^2 - r^2}{x^2} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{III.}$$

Will man hingegen die Summe s der Widerstandsfähigkeit wissen, welche alle Schichten des Rohrmetalles, z. B. von A bis P, Fig. 9, vereint ausüben können, so ist aus Gl. (2) $m' = \frac{r^2}{x^2}m$, und daher das Element des Widerstandes $d\,s = m'\,d\,x = m\frac{r^2}{x^2}\,d\,x$, also:

$$s = m\,r^2 \int_r^x \frac{d\,x}{x^2} = m\,r\,\frac{x - r}{x} \ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

Setzt man diese Widerstandsfähigkeit dem Drucke auf die innere Rohrwand gleich und $x = R = r + \delta$; so ist $q = m\,r\,\frac{\delta}{r + \delta} \ldots (6)$.

Daraus folgt sofort jene Metallstärke δ, bei welcher das Rohr durch den innern Druck eben noch zerreissen müsste; es ist nämlich

$$\delta = \frac{q\,r}{m\,r - q} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{IV.}$$

Diese Formel ist von den Mängeln der Formel II frei und kann daher bei der Untersuchung der Metallstärken von Geschützrohren angewendet werden.

Allein es ist bei dieser Bestimmung der Metallstärke wohl zu beachten, dass die Widerstandsfähigkeit des Rohres ausser von derselben, noch ganz wesentlich von der Anordnung der Materie bei der Erzeugung der Geschützrohre abhängt. Obwohl wir nun im folgenden bei der Betrachtung der Widerstandsfähigkeit der Geschützrohre eingehend auf diesen Gegenstand zurückkommen, so sollen doch hier diejenigen wesentlichen Bemerkungen Raum finden, welche man vor Augen haben muss, wenn anders die Bestimmung der Metallstärke mit Bezug auf die Widerstandsfähigkeit zur vollen Verständniss kommen soll.

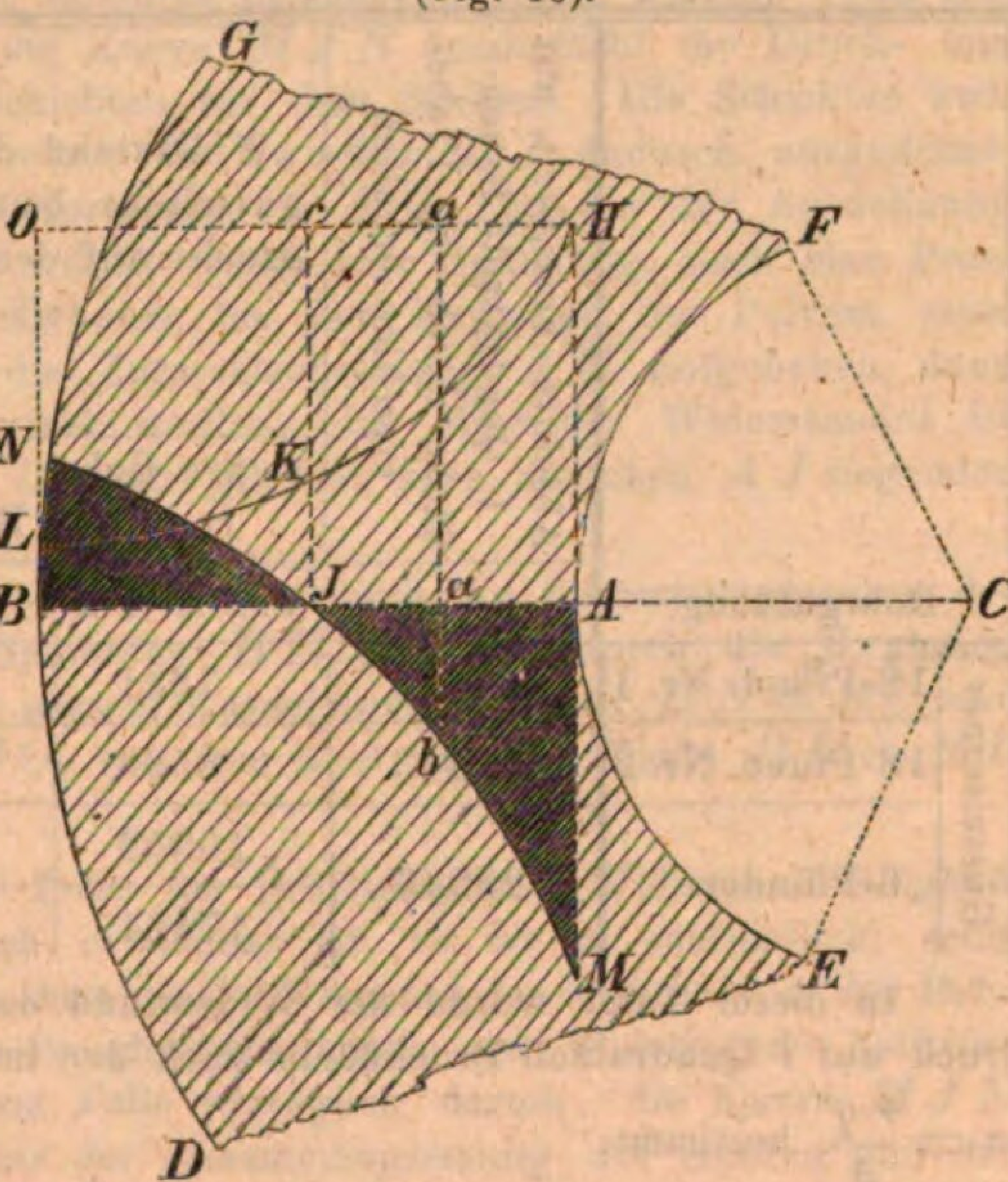
Die Anordnung der Materie bei der Erzeugung der Geschützrohre, um deren Widerstandsfähigkeit zu erhöhen.

Aus dem vorangehend Gesagten und aus den zuletzt abgeleiteten Gleichungen ist es klar, dass in den verschiedenen Schichten der Wände eines Rohres bei grossem innern Drucke die Spannungsverhältnisse sehr verschieden

sind und die Festigkeit des Metalles sehr ungleich in Anspruch genommen wird. Man hat ferner gesehen, dass die durch den Gasdruck in den Wandschichten ausgeübte Spannung eine Funktion des Abstandes vom Mittelpunkte oder von der Rohrachse sei (Gleichung 2). Es entsteht also die Aufgabe: das Rohr in einem solchen Zustande des Gleichgewichtes im Metalle zu konstruiren, dass die durch einen innern Druck entstehenden Spannungsverhältnisse, bei der Veränderung des Gleichgewichtes, die ursprünglich vorhandenen derart ergänzen, dass die Summe beider konstant bleibt.

Da weder in dem Metalle der gegossenen, noch der aus einem Stücke geschmiedeten Rohre diese geforderten ursprünglichen Spannungsverhältnisse vorhanden sind, so hat man über einen Bohrungskern Metallringe über einander gelegt, und jedem die demselben angemessene Spannung gegeben, oder man hat versucht den innern Kern mit Draht zu umwinden, dem hiebei die richtige Spannung gegeben wurde. Die von Armstrong und Whitworth verfertigten Geschützrohre sind nach dem ersten Principe angefertigt; das zweite Princip der Metallanwendung (Metallkonstruktion) rührt von Longridge her, wurde jedoch bei der Erzeugung der in Verwendung stehenden Geschützrohre noch nicht angewendet.

(Fig. 10).



Um die Theorie, auf welche sich die Anordnung der Metallschichten bei der Erzeugung der Geschützrohre von der grössten Widerstandsfähigkeit gründet, leicht einzusehen, wird es gut sein, die Spannungsverhältnisse bei irgend einem Rohre von bestimmten Abmessungen zu untersuchen. Es sei zu diesem Zwecke Fig. 10 ein Theil des Durchschnittes eines gegossenen Geschützrohres, dessen Bohrungshalbmesser $AC = 3''$ und dessen Metallstärke $AB = 4''$ ist; der Spannungsgrad der Metallschichten zwischen der innern und äussern Begrenzungsfläche EAF und GBD, also zwischen A und B, werde durch Ordinaten angezeigt, welche in den Punkten dieser Linie errichtet, über AB eine Spannung und unter AB eine Zusammendrückung andeuten. Ist die Festigkeit des Materials 300 Centner auf 1 Quatratzoll Bruchfläche, so kann man die Spannung in A durch $AH = 300$ Centner vorstellen. Berechnet man sich darnach die Spannungen, welche in den verschiedenen, zwischen A und B befindlichen Metallschichten stattfinden, nach der im früheren abgeleiteten Gl. (2) $\left[y = m' = \frac{r^2}{x^2} m\right]$, so erhält man für $x = CJ = 5''$, $y = JK = 108$ Ctr. etc.; und für $x = CB = 7''$, $y = BL = 55{\cdot}1$ Ctr.

Verbindet man die Endpunkte HKL der Ordinaten AH, JK, BL..... so erhält man die Kurve HKL des grössten Widerstandes, den das Rohr einem innern Drucke entgegenzustellen vermag. Der Flächenraum dieser Kurve gibt die ganze Festigkeit des Rohres an der Grenze des Zerspringens, oder auch die Summe der Spannungen oder die Widerstandsfähigkeit des Rohres. Diese ist nach Gl. (5) $s = mr \frac{x-r}{x} = 514 \cdot 3$ Centner. Wäre das Metall des Rohres in allen seinen Theilen gleichmässig gespannt oder angestrengt, so betrüge die Festigkeit $300 \times 4 = 1200$ Centner. Man sieht daraus, dass bei diesem Rohre kaum die Hälfte des Widerstandes nutzbar wird, welchen das Metall zu leisten im Stande wäre.

Dass ein Rohr, bei welchem durch einen von innen wirkenden Druck die innen liegenden Theile mehr als die äusseren ausgedehnt werden, ein geringeres Widerstandsvermögen hat, als wenn alle Theile gleichmässig ausgedehnt werden können, beweisen die in den Vereinigten Staaten im Oktober 1844 vom Major Wade angestellten Versuche zur Erprobung der Festigkeit eiserner Geschützrohre durch Wasserdruck.

Die Resultate dieser Versuche sind aus der nachstehenden Tafel ersichtlich.

Rohrgattung		Absolute Festigkeit auf 1 Quadratzoll Bruchfläche durch die Probemaschine erhalten	Widerstand des Rohrgusseisens beim Wasserdrucke auf den Quadratzoll: in der Bohrung	Widerstand des Rohrgusseisens beim Wasserdrucke auf den Quadratzoll: auf die Bruchfläche	Eisendicke in Theilen des Bohrungs-Halbmessers	Verhältniss des Widerstandes beim Wasserdruck zur absoluten Festigkeit.
		Pfund	Pfund	Pfund		
Gusseiserner	18-Pfünd. Nr. 1	23826	7841	7841	1·000	0.329
Gusseiserner	18-Pfünd. Nr. 2	19343	8590	5298	1·621	0·273
Gusseiserner	6-Pfünder	28946	10802	21604	0·500	0·742
Gusseiserner	6-Pfünder	28946	17424	17424	1·000	0·602

In dieser Tafel wurde der Widerstand des Metalls gegen den Wasserdruck auf 1 Quadratzoll Bruchfläche nach der im §. 34 abgeleiteten Formel I. $m = \frac{rq}{\delta}$, bestimmt.

Das erste Rohr sprang bei einem Wasserdrucke von 7841 Pfund auf den Quadratzoll, während die Festigkeit des aus dem Rohre entnommenen Gusseisens 23826 Pfund auf 1 Quadratzoll betrug, um das Zerreissen zu bewirken. Das zweite Rohr, welches $1 \cdot 621 r$ Metalldicke hatte, sprang bei 5298 Pfund, während sich der Koefficient der absoluten Festigkeit an der Zerreissmaschine zu $m = 19343$ Pfund ergab. Man sieht ferner, dass der 6-Pfünder von nur $^1/_4$ Kaliber Metalldicke einen Druck von 10802 Pfund auf 1 Quadratzoll der Bohrung erforderte, um ihn zu sprengen, dass aber bei der doppelten Metalldicke die Vermehrung von nur 6622 Pfund genügte, um den-

selben zum Bersten zu bringen. Es wird somit durch die Vermehrung der Metalldicke um das Doppelte, der Widerstand des Rohres nur um das $^5/_8$fache des früheren Masses gesteigert, Berücksichtigt man ferner, dass der Widerstand des $^1/_4$ Kaliber dicken Rohrtheiles nur 0·742 von jenem betrug, den das Metall bei gleichmässiger Ausdehnung leistete, und dass der Widerstand bei $^1/_2$ Kaliber Metalldicke an demselben Rohre, also bei ganz gleicher Materialfestigkeit bis zu 0·6 der absoluten Festigkeit sank, so wird man diesen Umstand nach der obigen Theorie erklärlich finden.

Es handelt sich nun vorzüglich darum, die verschiedenen Metallschichten eines Rohres in ein solches Spannungsverhältniss zu setzen, dass bei eintretendem Drucke der in der Bohrung entbundenen Pulvergase jede Schichte gleich stark gespannt sei. Man wird daher, um dies zu erzielen, die Metallschichten nach dem Grade ihrer Spannung gleich anfänglich zusammendrücken müssen, damit dann durch den Druck der Pulvergase ihre wirklichen Ausdehnungen gleich gross werden und jede Schichte im Verhältnisse dieser Ausdehnung Widerstand leisten könne.

Durch entsprechende Uebereinanderwicklung der Metallschichten können die inneren Schichten durch die äusseren zusammengepresst werden, wobei sich diese gleichzeitig ausdehnen; die Kurve MJN versinnlicht die Druck- und Ausdehnungsverhältnisse der Schichten vor dem Schusse. Die Schichten zwischen AJ sind zusammengepresst, die zwischen BJ dadurch ausgedehnt. Das grösste Mass der Zusammenpressung ist AM und das der Ausdehnung BN. Der neutrale Punkt J erfährt weder eine Spannung, noch eine Pressung. Bei eintretendem Drucke oder bei der Explosion des Pulvers muss vorerst an der innern Wand die Zusammenpressung AM aufgehoben, dann die Ausdehnung von AH bewirkt werden; das Mass des Widerstandes ist daher $AM + AH = MH$. Dassesbe gilt von allen zwischen AJ liegenden Partikeln.

An der äussern Wand bei B ist die, durch die Zusammenpressung der inneren Schichten bewirkte Spannung BN, und die durch die Explosion bewirkte BL. Das Mass der ganzen Ausdehnung ist daher $BN + BL$, und das Mass des Widerstandes BO, von dem aber nur die Theile $BN + BL$ wirksam werden.

Soll das zu erzeugende Rohr die grösstmögliche Widerstandsfähigkeit haben, die seiner Materie nach erreichbar ist, so ist es unerlässlich, seine Metallschichten so anzuordnen, dass sie im Momente des höchsten, in der Bohrung ausgeübten Druckes sich in gleichem Masse am Widerstande betheiligen. Es handelt sich in diesem Falle vorzüglich darum, die Kurve MJN zu bestimmen, welche das Mass der Zusammenpressung der inneren und der Ausdehnung der äusseren Wandschichten anzeigt, um darnach die verschiedenen Schichten künstlich lagern zu können. Diese Kurve kann deshalb auch künstliche Lagerungskurve zum Unterschiede der natürlichen Lagerungslinie AJB genannt werden. Um die Konstruktion der künstlichen Lagerungskurve deutlich zu machen, soll diese hier für das oben angegebene in Fig. 10 theilweise im Durchschnitte ersichtlich gemachte Rohr bestimmt werden. Das Metall dieses 4″ dicken Rohres könnte, wie schon angegeben, einen Widerstand von 1200 Centner leisten, jedoch nur 514·3 Centner dieses Widerstandes werden bei der natürlichen Lagerung der Metalltheile nutzbar. Bestimmt man sich zum obigen Zwecke aus Gl. (5)

$s = mr \frac{x-r}{x}$ die grösste Spannung im Rohre, wenn $s = 1200$ werden soll, so findet man für die gegebenen Werthe von $r = 3''$ und $x = 7''$, den Werth $m = 700$. Es müsste demnach die Schichte in A einer Spannung von 700 Centner das Gleichgewicht halten. Da diese Schichte von Haus aus eine Spannung von 300 Centner verträgt, so muss sie, um einer Spannung von 700 Centner zu widerstehen, einer Pressung von 400 Centner ausgesetzt werden. Man mache deshalb eine Linie $AM = 400$, oder, da $HA = 300$ ist, die Linie $HM = 700$, und wähle die Linie HO zur Abscissenachse für die Lagerungskurve. Mit Hilfe der Gl. (2) $m^1 = \frac{r^2}{x^2} m$ lassen sich die Ordinanten ab, cJ, ON dieser Kurve berechnen, indem man für $m = 700$, $r = 3''$ und x nach einander die Werthe $r + Ha$, $r + Hc$, $r + HO$ setzt. Für $r + HO = 7''$ erhält man beispielsweise $m' = NO = 128{\cdot}57$ Ctr. Soll der Punkt J bestimmt werden, so hat man $cJ = m' = 300$ und damit aus $m' = \frac{r^2}{x^2} m, x = r + HC = r \sqrt{\frac{m}{m^1}} = 4{\cdot}5''$, also $Hc = 1{\cdot}5''$.

Auf diese Weise kann man jeden beliebigen Punkt der Kurve MJN bestimmen und diese verzeichnen. Der Inhalt der von dieser Kurve begrenzten Fläche $HMJNOH$ ist, wie leicht einzusehen, $s = mr \frac{x-r}{x} = 1200$. Da der Flächeninhalt des Rechteckes $HABO$ auch 1200 ist, so muss das Flächenstück $AMJA$ dem Inhalte nach dem Flächenstücke $BNJB$ gleich sein; d. h. die Summe der Pressungen in den Metallschichten zwischen A und J ist gleich der Summe der Ausdehnungen zwischen den Schichten J und B.

Um ein Geschützrohr annähernd nach den Forderungen dieser Theorie zu konstruiren, muss man es aus mehreren über einander geschobenen und nach den Spannungsverhältnissen zusammengepressten Schichten, gewöhnlich Ringen aus Schmiedeisen, die geschweisst oder sonst wie verbunden werden, erzeugen. Bei den angewendeten Reifen, Ringen, Röhren oder Spirallamellen ist der innere Durchmesser stets etwas kleiner, als der äussere des Rohrkörpers, auf welchem sie aufgeschoben oder aufgewickelt werden. Die Differenz dieser Durchmesser muss der durch die Pulvergase bewirkten Ausdehnung oder Spannung in jener Schichte entsprechen, welche durch den Reif oder Ring vertreten wird. Es wird die Berechnung dieser Differenz hauptsächlich von der Spannung und von der Festigkeit oder Elasticität des Erzeugungsmateriales abhängen.

Ein Ring oder Cylinder kann durch Anwendung der Wärme über den andern gebracht werden, obgleich dessen Durchmesser um etwas weniges grösser ist, als der innere Durchsmesser des ersteren, denn die Wärme dehnt den grösseren Cylinder aus, und wenn derselbe über den andern gebracht worden ist, so wird er durch die Auskühlung zusammengezogen und mit einer Pressung über dem andern liegen. Allein dieser Vorgang, den innern Cylinder in eine entsprechende Zusammendrückung zu versetzen, bleibt stets ungewiss, da das Metall, wie bekannt, in der Wärme bei Anwendung eines Druckes leicht seine Dimensionen bleibend ändert. Besser wird es daher sein, wenn man die äussere Oberfläche der inneren Röhre, so wie die innere der anderen, etwas konisch oder zulaufend macht, und dann beide Röhren durch hydrostatischen

Druck über einander presst. Aus dem unten*) Angeführten ist zu entnehmen, wie dieses Erzeugungsprincip bei dem Whitworth'schen 80-Pfünder verwerthet wurde. Eine dritte Methode, die Röhren übereinander zu ziehen, besteht darin, dass man dieselben mit Schrauben- und entsprechenden Muttergewinden versieht, und sodann die erwähnte äussere Röhre auf die innere kalte Röhre aufschraubt. Nach dem Erkalten der äusseren Röhre findet durch die eingetretene Zusammenziehung eine innige Verbindung der beiden Röhren statt. Ist bei einem auf diese Weise erzeugten Rohre eine der Röhren beschädigt, so kann man dieselbe nach vorausgegangener Erwärmung wieder abschrauben und durch eine neue Röhre ersetzen etc.

Durch die Anwendung von Reifen oder Röhren zur Erzielung eines grossen und gleichmässigen Widerstandes des Geschützmetalles bei der Explosion der Ladung ergeben sich jedoch in jedem einzelnen Reife wieder dieselben Verhältnisse wie früher bei dem ganzen Rohre aus einem Stücke.

Die Reife müssten daher sehr dünn gemacht werden, oder es müsste um den Kern des Rohres, der blos die Bohrung bildet und eine geringe Dicke zu haben braucht, Stahldraht mit der entsprechenden Spannung, die durch ein dem Pronischen Dynamometer ähnliches Bremswerk zu messen ist, gewunden werden. Dies ist der Vorschlag des englischen Ingenieurs Longridge. Er selbst hat Versuche mit hohlen Cylindern gemacht, deren bronzene oder gusseiserne Kerne mit gespanntem Stahldrahte umwunden waren. Diese Versuche bestätigten vollkommen die grosse Zunahme oder Erhöhung der Festigkeit dieser Cylinder im Vergleiche zu jenen ohne Drahtumwicklung. Das einzige Hinderniss ist die Befestigung des Drahtes und die Anbringung eines genügend festen Stossbodens bei Geschützrohren. Man kann wohl ein derart künstlich erzeugtes Rohr durch eiserne Bügel zusammenhalten, und auch die Drahtumwindungen zusammenlöthen; allein es ist fraglich, ob es in diesem Zustande vollkommen praktisch brauchbar wäre.

Auch eiserne Rohre können mit Berücksichtigung der obigen Theorie gegossen werden. Es ist bekannt, dass sich gegossene Gegenstände beim Abkühlen zusammenziehen, und dass sich hiedurch in einem Gussstücke von gewissen Formen und wechselnden Dimensionen, wenn die Abkühlung von

*) Die Geschützrohre Whitworth's sind von homogenem Eisen, welches in hohem Grade die Eigenschaften des schweissbaren Stahles hat. Das Materiale hiezu sind vorzüglich Stangen aus schwedischem Eisen, in kurze Stücke geschnitten, oder weiche reine Eisenerze, welche in verschlossenen Tiegeln, unter Zusatz kohlenstoffhältiger Körper, geschmolzen, und zu einem grossen cylindrischen Stücke gegossen werden, welches dann unter einem Schwanz-Hammer (Dampfhämmer verschiedener Grösse) in die verlangte Form geschmiedet wird. Das massiv geschmiedete Rohr wird dann auf die gewöhnliche Weise ausgebohrt und ausgefertigt. Bei grösseren Kalibern wird das unter dem Dampfhammer ausgearbeitete Rohr noch mit schmiedeisernen oder stählernen Ringen und Hülsen in ähnlicher Weise wie die Armstrong'schen Rohre verstärkt.

Die Rohre von 5zölligem Kaliber, die sogenannten 80-Pfünder, bestehen im Innern aus einer Röhre von homogenem Metalle. Auf diese Röhre, welche eine Verjüngung von etwa einem Zoll hat, werden Reife oder Ringe von faserigem Eisen, jeder ungefähr 20'' lang, in kaltem Zustande durch hydraulischen Druck aufgezwängt. Die zwei äusseren Ringe zunächst des Bodenstückes sind aus Puddelstahl. Der auf jeden Reif beim Aufzwängen auszuübende Druck ist durch Versuche genau bestimmt. Alle Reife werden mit dem grössten Drucke angelegt, welchem sie ohne Beschädigung zu widerstehen vermögen. Die 80-Pfünder zeigten bei dieser Rohr-Erzeugung eine genügende Festigkeit selbst bei grossen Anforderungen an dieselben.

aussen und ungleich geschieht, Spannungen ergeben, die gross genug sind, das Gussstück zu zersprengen. Bei gusseisernen Geschützrohren, die von aussen abkühlen, werden sich die inneren Theile in einem Zustande der Ausdehnung befinden, weil sie an der Zusammenziehung durch die schon erstarrte äussere Hülle gehindert werden. Man entnimmt daraus, dass solche Rohre sich in Spannungs-Verhältnissen befinden, die nahezu denen für die grösste Widerstandsfähigkeit entgegengesetzt sind.

Die genannte Theorie würdigend, hat man in den Vereinigten Staaten Rohre über einen kalten Kern hohl gegossen, und während des Erkaltens das Innere beständig durch Wasser abgekühlt, welches durch die Kernröhre cirkulirte, während der Mantel der Gussform in einer so hohen Temperatur erhalten wurde, als er mit Sicherheit ertragen konnte. Durch diese Gussmethode wird die Spannung durch die innere Auskühlung fern gehalten, und es kann sogar durch zweckmässige Leitung des Processes die Richtung der Spannung verkehrt, und ein Rohr erhalten werden, welches den aufgesellten Principien vollkommen entspricht. Die Versuche in den Verein. Staaten mit Geschützrohren, die nach dieser von Kapit. Rodman angegebenen Methode hohl gegossen und innen abgekühlt waren, haben gezeigt, dass die Ausdauer solcher Rohre sich zu jener von massiv gegossenen Rohren des gleichen Kalibers ungefähr wie 11 : 1 verhalte.

Welche Schwierigkeiten eine blos theoretische Bestimmung der allseitig entsprechenden Metallstärke eines Rohres zu besiegen hätte, ist nach dem vorangehend Gesagten erklärlich.

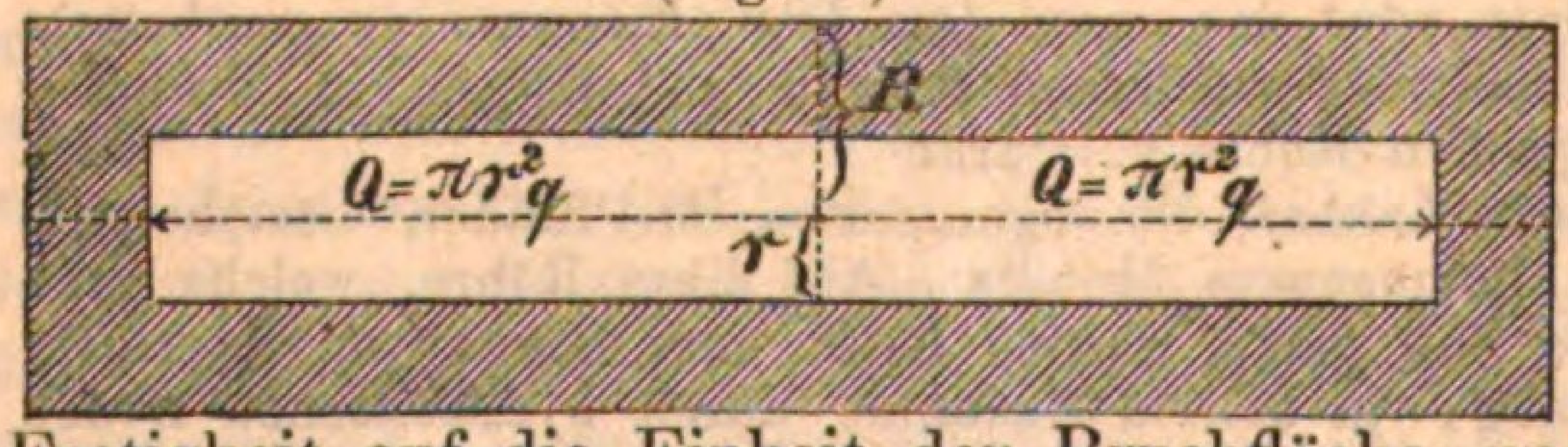
Wir kommen, wie schon erwähnt wurde, auf dieses Thema nochmals eingehend bei dem Abschnitt — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Widerstandsfähigkeit" — zurück.

§. 36. Bestimmung der Metallstärke des Rohres, um dasselbe gegen das Zerreissen nach dem Querschnitte desselben und gegen das Hinausdrücken des Stossbodens zu sichern. Das Geschützrohr kann durch die Wirkung der Pulvergase nicht nur nach der Länge zerrissen oder aufgerissen, sondern auch nach dem Querschnitte, senkrecht zur Bohrungsachse abgerissen werden.

(Was besonders bei gezogenen Rohren zu berücksichtigen ist, weil in denselben das Geschoss, welches durch den Widerstand der Züge in seiner Bewegung verzögert wird, gewissermassen eine — und der Stossboden die andere Widerlage beim Abreissen nach dem Querschnitte abgibt.)

Man kann für diesen Fall das Geschützrohr als eine an beiden Enden (durch Geschoss und Stossboden) verschlossene Röhre ansehen, und dann in derselben den Widerstand des Metalls gegen das Zerreissen in der Richtung des Querschnittes, senkrecht auf die Seelinie, untersuchen.

(Fig. 11.)



Sei zu diesem Zwecke wieder R und r der äussere und innere Halbmesser einer beiderseits geschlossenen cylindrischen Röhre (Fig. 11), m der Koefficient der absoluten Festigkeit auf die Einheit der Bruchfläche und q der Druck der Pulvergase auf die Flächeneinheit des Querschnittes; so ist der Druck Q dieser Gase auf die Querschnittsfläche der Bohrung $\pi r^2 q$. Die Querschnittsfläche der cylindrischen Röhre ist bekanntlich $\pi (R^2 - r^2)$ und daher der Widerstand des Metalles in diesem Querschnitte gegen das Zerreissen

$\pi\, m\, (R^2 - r^2)$, oder auch, wenn $\delta = R - r$ die Metallstärke bezeichnet, nahezu $2\,\pi\, r\, m\, \delta$.

Wenn das Zerreissen eintreten soll, so muss der Druck der Pulvergase die Grösse des Widerstandes der Materie erreichen; es muss also $\pi\, r^2\, q = \pi\, m\, (R^2 - r^2)$ sein. Aus dieser Gleichung ist das Mass des grössten Widerstandes, welchen die Röhre dem Zerreissen nach dem Querschnitte senkrecht auf die Achse entgegensetzt:

$$q = m\,\frac{R^2 - r^2}{r^2} = m\left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right), \quad \ldots \ldots \quad (7)$$

oder aus Gl. $\pi\, r^2\, q = 2\,\pi\, r\, m\, \delta$, auch nahe $q = 2\, m\,\frac{\delta}{r}$. (8)

Aus diesen Gleichungen folgt sofort die Metallstärke δ, welche bei einem gegebenen Drucke q genügt, um das Zerreissen der Rohre nach dem Querschnitte eben noch möglich zu machen:

$$\delta = \frac{r\, q}{m\left(\frac{R}{r} + 1\right)} \quad \ldots \ldots \ldots \quad \text{V.}$$

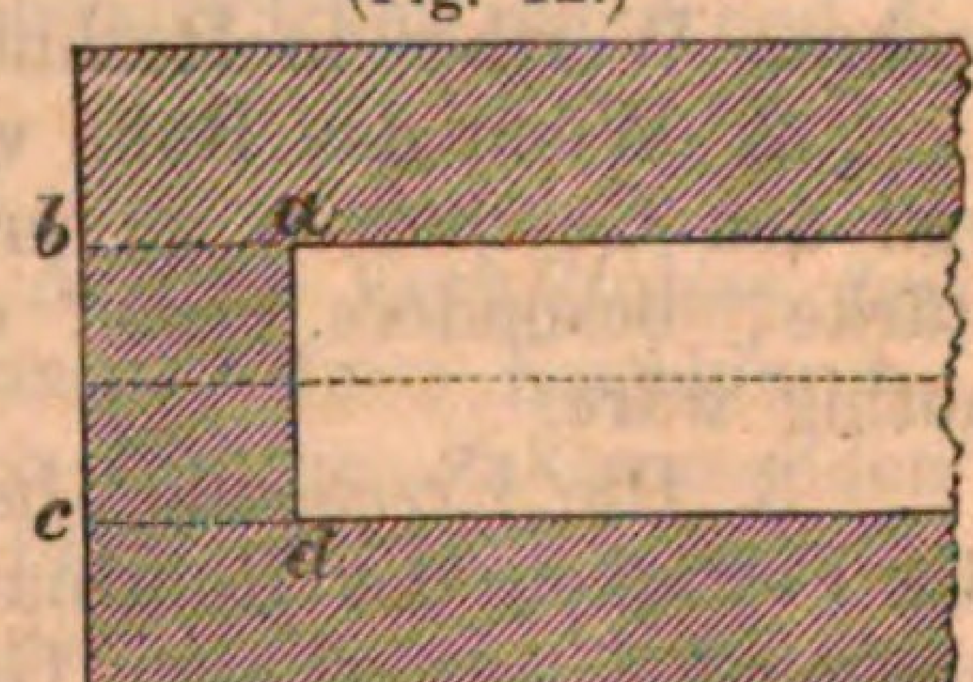
oder auch annähernd $\delta = \frac{r\, q}{2\, m}$. VI.

Wenn man diese Formeln mit der im §. 34 abgeleiteten Gl. I $\delta = \frac{r\, q}{m}$ vergleicht, so findet man, dass die Metallstärke gegen das Zerreissen nach dem Längenschnitte unter ganz gleichen Verhältnissen nahezu doppelt so gross sein muss, als gegen das Zerreissen nach dem Querschnitte des Rohres. Ebenso zeigt die Formel (1) §. 34, nämlich:

$q = m\left(\frac{R}{r} - 1\right)$ und die Gl. (7) $q = m\left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right)$, da $\frac{R}{r}$ stets grösser als Eins ist, dass der Gasdruck vorerst das Geschützrohr der Länge nach aufzureissen sucht, und dass er noch bedeutend zunehmen müsse, um das Aufreissen nach dem Querschnitte zu bewirken.

Damit der Stossboden des Rohres nicht durch die Wirkung der Pulvergase herausgedrückt werde, so muss derselbe mit einer grösseren als der dem Drucke der Pulvergase entsprechenden Kraft $\pi\, r^2\, q$ festgehalten werden. Ist der Stossboden mit dem Rohre aus einem Stücke Metall erzeugt, so ergibt sich beim Hinausdrücken desselben der Widerstand auf die Trennungsfläche des Metalls $a\, b\, c\, d$, Fig. 12, zu $2\,\pi\, r\, m\, \delta$, worin m wieder den Koefficienten der absoluten Festigkeit, $ab = \delta$ die Metallstärke an der Trennnungsstelle, und r den Halbmesser der Bohrung bezeichnet. Soll dieser Widerstand mit dem Gasdrucke im Gleichgewichte sein, so ist:

(Fig. 12.)



$\pi\, r^2\, q = 2\,\pi\, r\, m\, \delta$; und $q = \frac{2\, m\, \delta}{r}$ (9)

oder auch $\delta = \frac{r\, q}{2\, m}$ VII.

Wie man aus diesen Formeln sieht, genügt gegen das Hinausdrücken des Stossbodens eine halb so grosse Metallstärke als gegen die Trennung des Rohres nach der Längenrichtung. Man macht jedoch das Rohr in der Praxis am Boden selten schwächer als am Ladungsraume, wodurch es auch einen hinreichenden Stützpunkt gegen die Wirkung der Ladung nach rückwärts erhält.

§. 37. Bei den vorstehenden Ermittlungen der verschiedenen Metallstärken eines Rohres wurde angenommen, dass der Widerstand des Rohrmetalles dem Drucke der Pulvergase das Gleichgewicht halte, dass somit die Metallstärke in jedem einzelnen Falle gerade nur so gross sei, dass durch die Pulverkraft das Zerreissen oder Zerspringen des Rohres eben noch eintreten könne. Da jedoch das Bersten des Rohres durch die zweckmässige Konstruktion mit Sicherheit und für die Dauer verhindert werden muss, so ist es für sich klar, dass man diese Metallstärken um ein gewisses, aus der Erfahrung bestimmtes Mass vermehren, oder auch den Koefficienten der Festigkeit um einen durch die Erfahrung bekannten und festgesetzten Theil seines Werthes vermindern müsse, wie dies schon bei den früheren Bestimmungen erwähnt wurde. Endlich muss ausser dem Drucke der Pulvergase auf die Rohrwände auch noch der Stoss, welchen das Geschoss bei seinen Anschlägen etc. während der Bewegung im Rohre auf die Bohrungsflächen ausübt, berücksichtigt werden.

Für die genannte Vermehrung der Metallstärken gibt die Erfahrung folgende Anhaltspunkte:

1. Das Metall beginnt sich je nach seiner Festigkeit, Elasticität, Dehnbarkeit, Härte etc. schon bei einer Ladung merklich auszudehnen, welche nur $^2/_3$, oft selbst die Hälfte von derjenigen beträgt, bei welcher das Zerreissen des Rohres eintreten würde. Soll demnach das Rohr seine Form behalten, so muss man es wenigstens noch einmal so stark als obige Formeln angeben, und soll es auch auf die Dauer genügenden Widerstand zeigen, auch noch stärker machen. Statt dieser Vermehrung der Metallstärke pflegt man den Koefficienten der absoluten Festigkeit m nur zur Hälfte, gewöhnlich aber zu $^1/_3$, oft auch nur zu $^1/_4$ seines wahren Werthes in Rechnung zu bringen.

2. Wenn das Rohr vermöge des Spielraumes Stösse oder Anschläge von den Geschossen zu erleiden hat, so muss es eine grössere Metallstärke, besonders gegen die Mündung zu erhalten, als im Gegenfalle nöthig wäre.

3. Die Erzeugung, besonders aber der Guss der Rohre, kann eine die Festigkeit des Rohrmaterials nachtheilige Veränderung bewirken, und es müssen aus diesem Grunde die Metallstärken dort, wo diese Veränderungen durch die verschiedenen Abmessungen etc. eintreten, grösser sein als im Gegenfalle. Solche Veränderungen in der Festigkeit des Rohrmaterials treten durch die ungleiche Abkühlung desselben nach dem Gusse, besonders aber durch die Abkühlung des Rohrkörpers von aussen nach innen ein. Die Abkühlung der Rohrmaterie ist oft wegen der vielen Vorsprünge, besonders in der Gegend des Mittelstückes, an dem sich die Schildzapfen und die Henkel befinden, sehr ungleichmässig und das Rohr hat in Folge dessen an diesen Stellen eine geringere absolute Festigkeit als an den übrigen Theilen. Bei bronzenen Rohren bilden sich durch

die ungleiche, von aussen erfolgende Abkühlung in den dickeren Theilen Zinnflecke und poröse Stellen; bei gusseisernen Rohren scheint der Kohlenstoff, der sich in verschiedenen Temperaturen und bei verschiedener Abkühlungsweise in anderen Verhältnissen mit dem Eisen chemisch bindet, oder nur mechanisch mengt, Stellen von verschiedener Festigkeit zu erzeugen. Man will auch die Stellen von verschiedener Festigkeit im Rohrmetalle der verschiedenen Aggregation der Krystalle zuschreiben. Es sollen sich nämlich die Krystalle mit ihren Hauptachsen immer senkrecht auf jene Flächen lagern, die bei der Abkühluug der Wärme den Austritt gestatten. Demzufolge soll die Festigkeit dort, wo diese Krystallachsen wegen der Krümmung der Flächen oder der vorhandenen Kanten etc. mit einander einen Winkel einschliessen, vermindert werden. Uebrigens wurde schon oben erwähnt, dass die schwachen Stellen vorzüglich jene sind, wo die eigenthümlichen Spannungsverhältnisse der gegenseitig gelagerten Metalltheile die Festigkeit vermindern. Dies sind Ursachen, warum die Theile von verschiedener Dimension und Abkühlung, besonders die vorspringenden Theile, als: die Schildzapfen, deren Angussscheiben, die Henkel, die Traube etc., dann die inneren und äusseren Rohrschichten, eine mehr oder weniger von einander abweichende Festigkeit zeigen. Die Schildzapfen und die Angussscheiben haben auch beim Schusse bedeutende Erschütterungen und Stösse auszuhalten, wesshalb man nicht nur ihnen, sondern auch dem Mittelstücke eine entsprechend grössere Stärke, als im Gegenfalle nöthig wäre, geben muss.

§. 38. Handelt es sich darum, die Metallstärke eines projektirten Geschützrohres mit glatter Seele zu bestimmen, welches mit einem bestehenden von gleicher Materie bei gleichem Gussverfahren erzeugt ist, und auf gleiche Art im Verhältnisse des Kugelgewichtes geladen werden soll, so lassen sich auch die nachfolgenden Schlussfolgen und Erfahrungen zu Rathe ziehen.

Nach Gl. I, §. 34, ist $\delta = \frac{rq}{m}$; für die obige Annahme hat man daher, wenn die Bohrungshalbmesser der zu vergleichenden Rohre mit r und r', die Bohrungsdurchmesser mit D und D' und die Metallstärken mit δ und δ' bezeichnet werden:

$$\delta : \delta' = r : r' = D : D' \quad \ldots \ldots \ldots (10)$$

Sind aber die Spielräume auf eine gleiche Art im Verhältnisse des Kugeldurchmessers bestimmt, und bedeuten d und d' diese Kugeldurchmesser und y und y' die ihren entsprechenden Rohren zukommenden Spielräume, so ist nach §. 30 $d : d' = y : y'$ und für $y : n\,d$ auch $y' = n\,d'$, daher für $D = d + n\,d$ und $D' = d' + n\,d'$ oder $D = d\,(1 + n)$ und $D' = d'\,(1 + n)$; sonach aus Gleichung (10) auch

$$\delta : \delta' = d\,(1 + n) : d'\,(1 + n)$$

$$\text{oder } \delta : \delta' = d : d' \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (11)$$

d. h. in diesem Falle verhalten sich auch die Metallstärken, wie die Kugeldurchmesser; — was bei der Bestimmung der Metallstärke des oben erwähnten projektirten Geschützrohres in Erwägung gezogen werden kann.

Die Annahme, dass die absolute Kraft des Pulvergases auf einen Quadratzoll der Bohrungsfläche bei Kanonen, welche auf gleiche Weise

Bayerische Staatsbibliothek München

geladen sind, gleich sei, welche bei der Ableitung der Gleichung (10) gemacht werden muss, ist zwar nicht streng richtig, da die Ladungen der grösseren Kaliber verhältnissmässig schneller als jene der kleineren Kaliber verbrennen, wodurch die absolute Kraft des Pulvers bei ersteren auch verhältnissmässig grösser wird; allein wenn die genannten Rohre im Kaliber nicht zu weit auseinander liegen, so dürfte man unter dieser Voraussetzung der Wahrheit immerhin nahe kommen. Diese bei älteren Konstruktionen mitunter zur Anwendung gebrachte Methode zur Bestimmung der Metallstärke bronzener Kanonen-Rohre wurde theilweise auch zur Ermittlung derselben bei gusseisernen Rohren benützt.

Bedeutet wieder δ die Metallstärke des bronzenen Kanonenrohres, δ' jene des eisernen von gleichem Kaliber ($2r$) und gleicher Ladung, q die absolute Kraft des Pulvergases, m die absolute Festigkeit der Geschützbronze und m' die absolute Festigkeit des Gusseisens, so kann man die nachstehende Proportion (s. Gl. IV, §. 35) für die praktische Anwendung als nahezu richtig annehmen, u. z.:

$$\delta : \delta' = (rm' - q) : (rm - q) \quad \ldots\ldots \quad (12).$$

(Nach Gl. II, §. 35 ergibt sich auch die minder anwendbare Formel $\delta : \delta' = (m' - q) : (m - q)$.—)

Um die Metallstärken der metallenen und eisernen Kanonen zu vergleichen und die Dauer der gusseisernen Kanonen vom zweiten Gusse zu prüfen, wurden zu Pesth im Jahre 1827 und 1828 Versuche ausgeführt. Für diese Versuche wurde ein 6pfd. Feld-, ein 12- und ein 18pfd. Belagerungsrohr vom zweiten Gusse aus dem Flammenofen in Sandform genau nach den Dimensionen der gleichnamigen metallenen Rohre gegossen.

Nach den Versuchen wurden die Rohre untersucht und ausser den etwas angegriffenen Zündlöchern, war keine Beschädigung derselben aufzufinden. Aus diesen Versuchen hatte man folgende Schlüsse abgeleitet:

1. Die gewöhnliche Behauptung, dass eiserne Kanonen beträchtlich stärker im Metalle als Kanonen von Bronze sein müssen, beruht auf einer irrigen Meinung. Selbst das eingeführte eiserne Vertheidigungsgeschütz der österreichischen Artillerie, welches aus dem ersten Gusse verfertigt ist, und nur unbedeutend schwerer als das gleichnamige metallene war, widerlegt diese Behauptung.

2. Eiserne Kanonen vom zweiten Gusse, welche die Abmessungen der gewöhnlichen Metall-Kanonen haben, sind hinreichend stark für die eingeführten Ladungen und Laffeten, und dabei von beträchtlich kleinerem Gewichte, als die metallenen. Ein sowohl bei der Vertheidigung als auch Belagerung fester Plätze ungemein wichtiger Vortheil.

(Bei dem in der neueren Zeit angewendeten rationellen Gussverfahren bei eisernen Rohren des Batteriegeschützes findet dieser Ausspruch im erhöhten Masse Anwendung.)

3. Können die metallenen Kanonen eine nicht unbedeutende Verminderung der Metallstärke, welche sich nach dem Unterschiede der absoluten Festigkeit der Geschütz-Bronze und des Gusseisens richtet, ohne Gefahr erleiden.

§. 39. Die mit Bezug auf die Zersprengbarkeit des Rohres, d. i. beziehungsweise auf die brisante Wirkung der Ladung und die Widerstandsfähigkeit des Rohr-Metalles basirte Metallstärke ist aber noch keineswegs allen Anforderungen entsprechend, sondern sie muss so pro-

portionirt werden, dass sie auch noch den im §. 33, unter Punkt 2 und 3, ausgesprochenen beiden Bedingungen, d. i. dem entsprechenden Gewichte und der geforderten Schwerpunktslage des Rohres Genüge leiste.

Ein bestimmtes Gewicht des Rohres ist eine durch die Schonung des Gestelles (Laffete, Rapperte) bedingte unabweisliche Forderung. Denn die Erfahrung lehrt es unwiderleglich, dass immer das Gewicht des Rohres ein bestimmtes Verhältniss zu jenem der Laffete haben müsse, und dass, je leichter ein Rohr im Gewichte ist, desto stärker, mithin desto gewichtiger die Laffete verhältnissmässig gemacht werden müsse.

Nur durch ein entsprechend grosses Rohrgewicht ist man im Stande, den schädlichen Einwirkungen des Rückstosses, besonders aber den Beschädigungen der Richtmaschine und der Laffetirung vorzubeugen.

Ist m die Masse des Geschosses, V dessen Anfangsgeschwindigkeit, M die Masse des Rohres und v dessen anfängliche Rücklaufgeschwindigkeit, so hat man nahezu $m\,V = M\,v$.

Je grösser M gemacht wird, desto kleiner wird v werden. Nun wird aber die Wirkung dieses Rückstosses auf die Laffete durch $M\,v^2$ gemessen, man sieht also, wie vortheilhaft es ist, zur Verminderung des Rücklaufes oder der Geschwindigkeit v und zur Schonung der Laffete die Masse M, d. i. das Gewicht des Rohres zu vermehren.

So verlockend es auch immerhin sein mag, das Rohr sowohl durch die Wahl eines Metalles von grosser Kohäsion, wie z. B. Schmiedeisen oder Gussstahl, als auch durch eine zweckmässige Konstruktion in den Wandungen schwach, d. i. so leicht als möglich zu machen, so nachtheilig muss sich diese Erleichterung für die Laffetirung zeigen, denn immer muss die Wirkung des Rückstosses durch die Gesammtmasse von Rohr und Laffete paralysirt werden; und je leichter man das Rohr macht, desto stärker und schwerer muss die Laffete werden, wenn man ihre Widerstandsfähigkeit sichern und den Rücklauf des Geschützes auf eine bestimmte Grösse begrenzen will. Durch ein grosses Gewicht der Laffete wird man jedoch nicht immer im Stande sein, die heftigen Einwirkungen des Pulverstosses auf das Materiale derselben abzuschwächen.

Da das Gewicht des Rohres bei festgesetzter Länge von der Bestimmung und Anordnung seiner Metallstärke abhängt, so muss man die Dicke der Rohrwände, abgesehen von ihrer genügenden Widerstandsfähigkeit gegen den Druck der Pulvergase, so proportioniren, dass das Rohr ein hinreichend grosses Gewicht erhalte, welches mehr als die anderen Mittel die schädlichen Einwirkungen des Pulverstosses auf die Laffete vermindert und den Rücklauf des ganzen Systems begrenzt.

Wegen der im §. 37, Punkt 3, geforderten grösseren Metallstärke am Vorder- und Mittelstücke muss auch das Bodenstück eine grössere Metallstärke erhalten, weil zur Konservirung der Richtmaschine ein bestimmtes Hintergewicht (Hinterwucht) dieses Rohrtheiles nöthig ist, und bei dem Belagerungsgeschütze, welches durch Scharten feuert, der Schwerpunkt des Rohres und mit diesem die Schildzapfen hinreichend weit gegen das Bodenstück liegen sollen, damit das Rohr mit dem Kopfe zuverlässig und genügend tief in die Scharte reiche.

Aehnliche Verhältnisse treten auch beim Schiffsgeschütze auf, bei welchem die Rohre genügend weit aus den Stückpforten herausreichen müssen.

Um nun auch diesen Bedingungen zu genügen, muss man die Erfahrung und Versuche zu Rathe ziehen, und dies um so mehr, da auch bei der Bestimmung der Metallstärke mit Bezug auf die erstere Anforderung die Ungewissheit über die absolute Stärke des Pulvers und über die Gesetze, nach welchen dieselbe im Rohre abnimmt, sowie die unvollständige Kenntniss anderer, auf die Kraftäusserung der Ladung Einfluss übender Umstände es nicht gestatten, die auf theoretischem Wege gewonnenen Resultate mit voller Verlässlichkeit in der Praxis anzuwenden.

Versuche zeigen, dass zur Erreichung dieses Zweckes bei Ladungen, die 0·28, 0·3, 0·4 und 0·5 des Kugelgewichtes betragen, die hintere Metallstärke des Bodenstückes zu 0·7, 0·75, 0·8 und 0·9 Theilen des Kugeldurchmessers bei Kanonen aus Bronze hinreichend gross sei, wenn dabei die Metallstärke an der Mündung ohne die Kopfverstärkung zu 0·4 bis 0·5 der hintern angenommen wird.

Man kann daher auch hier wieder die angegebenen Grössen als Normalgrössen ansehen, und die zwischenliegenden Metallstärken durch die Interpolation bestimmen.

Bei der theoretischen Betrachtung des Hineinreichens der Geschützrohre in die Scharten erkennt man, dass mit dem Wachsen der Entfernung der Schildzapfenachse von der Mündung des Rohres auch die Tiefe des Hineinreichens zunimmt. Diese Entfernung hängt aber vom Schwerpunkte des Rohres ab.

Je mehr nun die Metallstärke am Bodenstücke zunimmt, und je kleiner dieselbe am Kopfe ist, desto näher rückt die Schildzapfenachse dem Stossboden, und man kann daher das Rohr bei gleich tiefem Hineinreichen in die Scharten durch eine schickliche Verstärkung der Metallstärke am Bodenstücke um so viel verkürzen, als der Schwerpunkt näher gegen den Stossboden kömmt.

Durch diese Einrichtung nimmt das Gewicht des Rohres ab, und was dabei nicht zu übersehen ist, kürzere Kanonenrohre aus Geschützbronze leiden durch die Kugelanschläge weit weniger als bedeutend längere.

Ein Beispiel hievon liefert die Belagerung von Kehl. Hier wurden alle 12pfd. Belagerungs-Rohre durch das von Kugelanschlägen bewirkte Bersten unbrauchbar, während von den weit kürzeren 18-Pfd. ungeachtet der um 1 $^1/_2$ Pfd. stärkeren Ladung kein einziges zu Grunde ging.

Dass übrigens die Metallstärke am Stossboden wenigstens eben so gross sein müsse, als jene an den Bohrungswänden nächst dem Verbrennungsraume, ist nach dem Gesagten selbstverständlich.

Bezüglich der Metallstärke am Bodenstücke gebraucht man die Ausdrücke vollgütig, verjüngt oder mindergütig und übergütig, je nachdem die Stärke des Metalls an dem genannten Orte dem Geschossdurchmesser gleich, kleiner oder grösser ist als dieser.

Die Metallstärke der Kanonen findet sich in den im §. 42 eingeschalteten Tafeln 1 und 2.

Metallstärke der Haubitzen.

§. 40. Was die Wirkung des Pulvergases auf die Bohrung der Haubitze betrifft, so gilt hier zum Theile das bei den Kanonen Gesagte. Da die auf die Bohrungswände nächst dem Verbrennungsraume wirkende Kraft des Pulvergases bei gleichem Ladungsverhältnisse mit dem Wachsen des

Projektilgewichtes zunimmt, so wird die Metallstärke der Haubitzen in der Gegend der Kammer grösser, als die Metallstärke der mit gleicher Pulverladung (aber leichterem Projektile) geladenen Kanonen sein müssen. Allein diese Vergrösserung lässt sich nach den bei Kanonen abgeleiteten theoretischen Schlüssen nicht genau angeben, weil die Konstruktionsverhältnisse der Haubitz-Bohrungen von jenen der Kanonen wesentlich verschieden sind; anderseits ist nicht zu verkennen, dass die dort abgeleiteten Sätze doch genügende Anhaltspunkte für die Bestimmung der Metallstärke der Haubitzen darbieten.

Wollte man, auf den obigen Schluss basirt, die Grenzen aufsuchen, innerhalb welcher die gesuchte Metallstärke der Haubitzen liegen muss, so könnte man beispielsweise folgenden Weg einschlagen.

Vergleicht man den bestandenen Feld- 3-Pfdr. und die 7pfd. kurze Feld-Haubitze, so zeigt sich, dass bei gleicher Ladung dieser Geschütze (1 Pfd.) das Gewicht der Granate nahe das 5fache jenes der Kugel ist; daher muss nach dem obigen Satze die Metallstärke der Haubitze grösser sein, als jene des 3-Pfdrs. — Vergleicht man dagegen diese Haubitze mit dem bronzenen 24-Pfdr, so erkennt man, dass bei gleichem Geschossdurchmesser die Ladung des 24-Pfdrs. jene der Haubitze um das 7fache übertrifft, zu dem kömmt noch das grössere Gewicht der Kugel, es kann daher die Metallstärke der Haubitze kleiner gemacht werden, als jene des 24-Pfdrs.

Nun ist die Metallstärke

des bestandenen Feld- 3-Pfdrs. $= 2'' \; 4''' \; 8^{IV}$,
jene des bronzenen 24 „ $= 5'' \; 1''' \; 4^{IV}$,

daher wird, da diese beiden Masse als Grenzen der Metallstärke der 7pfd. kurzen Feld-Haubitze angesehen werden können, die Metallstärke derselben dem arithmetischen Mittel dieser Zahlen nahe liegen (was in der That der Fall ist, indem das arithmetische Mittel $3'' \; 9'''$ ist, während die Metallstärke der Haubitze $3'' \; 0''' \; 1^{IV}$ beträgt).

Vom Geschosslager (von der Wölbung) bis zur Mündung kann die Metallstärke, u. z. bei dem erst genannten Raume gleich beträchtlich, abnehmen, da durch die hier ermöglichte Ausbreitung der Pulvergase die Spannung derselben bedeutend abnimmt.

Wären die Haubitzen in gleichem Verhältnisse des Granatengewichtes geladen und die Metallstärke einer der Haubitzgattungen auf dem Wege des Versuches bestimmt, so könnte auch hier, mit ziemlicher Annäherung an die Wahrheit, der bei Kanonen aufgestellte Satz: dass sich die Metallstärken wie die Durchmesser der zugehörigen Geschosse verhalten, zur Anwendung kommen. Dass man übrigens auch bei Haubitzen die Metallstärke noch dergestalt proportioniren müsse, damit die Laffete durch den Rückstoss nicht leide, ist hier um so mehr geboten, da der Gebrauch der Haubitzen meistens sehr grosse Elevationswinkel erfordert, und dadurch der Rückstoss um so zerstörender auf die Laffete wirkt.

In dieser Hinsicht müsste das Gewicht des Haubitzrohres grösser, als jenes des mit gleicher Ladung geladenen Kanonenrohres sein, wenn man nicht die Stärke der Laffete grösser annehmen will.

Schliesslich ist bei der Bestimmung der Metallstärke der Haubitzen ebenfalls die Schwerpunktslage des Rohres zu berücksichtigen.

Die Metallstärke der Haubitzen ist aus den im §. 42 eingeschalteten Tafeln 1 und 2 zu entnehmen.

Metallstärke der Mörser.

§. 41. Die Metallstärke der Mörser wird nach den nämlichen Grundsätzen wie bei den Haubitzen bestimmt.

Als ein Beispiel der Bestimmung der Grenzwerthe der Metallstärke einer bestimmten Mörsergattung, wird hier die nachstehende Betrachtung eingeschaltet.

Da die Ladung der 7pfd. kurzen Feld-Haubitze 32 Loth, jene der 10pfd. Haubitze (ält. Syst.) 54 Loth, und jene des 10pfd, metall. Mörsers 26 Loth beträgt, so wird die Metallstärke des 10pfd. Mörsers wegen des bedeutend schwereren Projektils, mit Bezug auf die 7pfd. Granate, grösser als jene der 7pfd. Haubitze; und wegen der geringeren Ladung, mit Bezug auf jene der 10pfd. Haubitze, bei nahezu gleichen Geschossgewichten, kleiner als jene der 10pfd. Haubitze sein müssen.

Nimmt man von beiden so eben genannten Metallstärken das Mittel, so erhält man als Annäherungswerth für die Metallstärke des Kammerstückes des 10pfd. bronz. Mörsers 3·46″, welche von der eingeführten = 3·43″, nur um 4^{IV} verschieden ist.

Sind die Bohrungen der Mörser in gleichem Verhältnisse des Bombendurchmessers konstruirt und in gleichem Verhältnisse des Bombengewichtes geladen, so kann auch hier die Bestimmung der Metallstärke der verschiedenen Kaliber einer Mörsergattung — wenn die Metallstärke eines Mörsers (etwa auf dem obigen Wege und auf jenem des Versuches) bestimmt wurde — auf den Satz gestützt werden, d a s s s i c h d i e M e t a l l s t ä r k e n w i e d i e B o m b e n d u r c h m e s s e r v e r h a l t e n.

Was die Metallstärke der Mörser aus Gusseisen mit Beziehung auf die Metallstärke bronzener Mörser betrifft, so gelten hier ebenfalls die zwischen bronzenen und eisernen Kanonen angeführten Beziehungen. (§. 38.)

Bei einem zu Wien ausgeführten Versuche mit 2 der 60pfd. Mörser aus Gusseisen, welche genau nach den Dimensionen der gleichnamigen metallenen konstruirt waren, zeigten sich diese Mörser bei der Ladung von 4 ½ Pfd. mit Ausnahme der zu schwachen Schildzapfen vollkommen dauerhaft.

Bei den Mörsern muss endlich mit Bezug auf die Metallstärke bemerkt werden, dass ein grosses Gewicht der Mörser sehr vortheilhaft zur Dauer der Schleife beiträgt.

Denn nach dem Schusse wird dieselbe durch die Reaktion der Bettung in die Höhe geworfen und erleidet durch das Niederfallen eine bedeutende Erschütterung, welche dann zur Hauptursache des früheren Verderbens der Schleife und Bettung wird. — Je grösser aber das Gewicht des Mörsers ist, desto weniger kann ein Aufwärtswerfen des Systems stattfinden, und desto mehr wird die Schleife und Bettung geschont werden.

Die Metallstärke der Mörser ist aus den im §. 42 eingeschalteten Tafeln 1 und 2 zu entnehmen.

Die äussere Form des Rohres im Allgemeinen.

§. 42. Die äussere Gestalt der Rohre hängt ab: von der Stärke, welche man zur Erzielung einer hinreichenden Widerstandsfähigkeit, der

Umhüllung der Bohrung an ihren verschiedenen Stellen geben muss; — von der Art, das Rohr zu richten, abzufeuern, mit dem Gestelle zu verbinden und zu handhaben; — schliesslich von den üblichen Verzierungen.

Da das Pulvergas nach allen Richtungen einen gleichen Druck ausübt, so folgt, dass alle auf die Seellinie senkrechten Querschnitte der Bohrungsumhüllung die ringförmige Gestalt erhalten müssen und dass die Achse der inneren Aushöhlung mit jener der äusseren Hauptform übereinfallen soll.

Aus den Ursachen, die auf die Festsetzung der Metallstärke Einfluss nehmen, ist es klar, dass die äussere Gestalt des Rohres nicht so sehr an die, durch den Druck der Pulvergase bedingte Form der Begrenzungs-Kurve des Längenschnittes gebunden ist, als es die Theorie, ohne Berücksichtigung aller anderen Verhältnisse, zu fordern scheint, vielmehr wird es in den meisten Fällen zulässig sein, im Längenschnitte des Rohres eine geradlinige Begrenzung zu wählen (sowie es auch statthaft ist, die äussere Begrenzung des Rohrquerschnittes nicht nur für Kreis-, sondern auch für Polygonal- und Spiral-Bohrungen kreisförmig zu machen). Die äussere Gestalt des Rohres wird in diesen Fällen ein durch Rotation von rechteckigen oder trapezförmigen Flächen entstandener Körper sein. Da die Absätze und die ausspringenden Winkel des Metalles an der Rohroberfläche sowohl für die Festigkeit als auch für das freie Ausschwingen der durch den Schuss erschütterten Rohrmaterie schädlich sind, so pflegt man dieselben ab- oder auszurunden oder ganz zu vermeiden, indem man dem Rohrkörper aussen eine durchaus konische Gestalt gibt, die man auch bei den eisernen Rohren häufig angewendet findet. Bei Bronzerohren sind die drei Haupttheile des Rohrkörpers (Boden-, Mittel- und Vorderstück) meist abgestutzte Kegel, die durch Ausrundungen mit einander verbunden sind, oder das Bodenstück bildet einen Cylinder und das Mittel- und Vorderstück einen oder zwei abgestutzte Kegel etc. Die Abrundungsbögen sollen stets tangirend zu den Verbindungslinien gezogen werden, und es ist zweckmässig, sie von möglichst grossem Halbmesser zu machen oder auch statt der gebrochenen oder gemischten Begrenzungslinien eine sanft gekrümmte Kurve zu wählen.

Da endlich die Anschläge des Geschosses gegen die Bohrungswände an der Mündung, wo dieselben am stärksten sind, eine grössere Rohrstärke nothwendig machen, als sonst wegen der alleinigen Einwirkung des Pulvergases erforderlich wäre; so ist eine solche Verstärkung an der Mündung bei den meisten Geschützrohren angebracht, welche man den Kopf nennt. Ausser dem genannten finden sich an der Oberfläche des Rohres zu bestimmten Zwecken noch einige andere Nebentheile (Schildzapfen, Traube etc.), die im nächsten Abschnitte besprochen werden sollen. Ausserdem sind zum Richten an der Oberfläche der Rohre grösstentheils eigene Absehen (Visir-Reife, Visir-Aufsätze, eingeritzte Linien, Korne* etc.) angebracht.

Verstäbungen oder Verzierungen finden sich durchschnittlich nur bei Rohren älterer Konstruktion vor. — Die ersteren dienen dabei gewöhnlich zur Verbindung von Vorder-, Mittel- und Bodenstück, — dann zu jener der Traube und des Kopfes mit dem Hauptkörper des Rohres.

Ueberdies besitzen die Kanonen- und Haubitzrohre des neuen Batterie-Geschützes an ihrer Oberfläche, vor dem Zündloche, und die Mörserrohre dieses

Systems (mit Ausnahme des Küstenmörsers) vor dem Henkel, eine kleine, ebene, sowohl zur Rohrachse als auch zur Schildzapfenachse parallele Fläche zum Aufsetzen des kleinen Libellenquadranten; eine eben solche Fläche befindet sich bei den Kanonen und Haubitzrohren überdies an der vorderen Hälfte der hinteren Visirplatte, für das Aufstellen des Geschütz-Aufsatzes.

Die an der Oberfläche der Rohre (nächst dem Zündloche, ober der Traube etc.) angebrachten Bezeichnungen beziehen sich auf: die Benennung der Geschützrohre, den Gussort, den Giesser, die Gussform (Sand- oder Lehmform), die Gusszeit, das Gewicht des Rohres, das Verschrauben (mit einem bestimmten Kerne, — hiernach auch auf das Wiederverschrauben), die Klasse, in welche das Rohr eingetheilt ist (zum Feldgebrauch, zu Uebungen, zum Exercirgebrauch und zum Umgiessen) u. s. w.

In der angeschlossenen Tafel I sind die öster. Geschütz-Rohre mit glatter Bohrung dargestellt.

I. Ta-

Kaliber, Gattung, Bohrungsdimensionen, Länge, Spielraum, Metallstärke, der k. k. Geschützrohre mit glatter Bohrung

Gegenstand	12			12			7			24			24		
	pf. bronz.			pf. eiserne											
	leichte						Granat-			kurze			lange		
	Feld-			Batterie-						Batterie-					
	Kanonen														
	"	'''	IV	"	'''	IV	"	'''	IV	"	'''	IV	"	'''	IV
Durchmesser der Seele oder des Fluges	4	5	11	4	5	11	5	7	11	5	7	5	5	7	5
Durchmesser der Kammer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spielraum	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—
Vorsetzung des Zündloches auf der Rohrachse	—	11	4	—	11	6	1	2	6	1	2	6	1	2	6
Länge des Rohres ohne Traube im Kaliber-Masse	14			19			13			17			21		
Länge des Rohres ohne Traube im Zoll-Masse	60	7	—	82	2	7	71	5	1	92	8	2	114	5	11
Länge der Bohrung - beziehungsweise des Fluges sammt Wölbung	57	7	6	78	11	8	67	7	9	87	10	11	109	—	6
Länge der Kammmer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metallstärke am Bodenstück hinten	2	11	6	4	—	8	4	1	5	5	9	6	6	7	9
Metallstärke am Vorderstück vorn	1	2	—	1	10	9	1	10	8	2	8	9	3	—	10
Die Visirreife sind mit ihren grössten Kreisen von einander entfernt	58	4	—	80	11	2	69	11	11	91	—	½	112	8	9½
Die Visirreife sind im grössten Durchmesser der hintere	10	4	11	14	1	3	15	4	9	18	10	5	20	6	11
Die Visirreife sind im grössten Durchmesser der vordere	10	2	3	10	5	—	11	10	6	13	11	6	14	9	7
Der hintere Visiraufsatz ist hoch	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Der vordere Visiraufsatz ist hoch	—	—	—	1	10	1½	1	9	1½	2	5	5½	2	10	8
Abstand der Schildzapfen-Achse vom hintern höchsten Punkt oder Visirkreis	28	2	—	34	8	—	29	7	—	38	9	6	47	7	6
Abstand der Schildzapfen-Achse von der Mündungsfläche	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schildzapfen Durchmesser	4	—	—	4	9	—	4	9	—	6	—	—	6	—	—
Schildzapfen Herabsetzung unter d. Rohrachse	—	6	—	2	3	—	2	5	—	2	11	—	3	—	—
Zwischenweite der Angussscheiben	11	—	—	13	—	—	13	—	—	17	6	—	17	6	—
Gewicht des Rohres in Centner	10			15¾			15¾			34¼			49¼		

Anmerkung. 1. Die 7pf. langen leichten Haubitzrohre wurden hier übergangen. —
2. Die Abmessungen der Schiffgeschütz-Rohre sind dem Folgenden vorbehalten. —
3. Bei der 12pf. leichten Feldkanone und der 7pf. mittl. lang. Feldhaubitze (v. J. 1858) ist
4. Die übrigen Geschützrohre (v. J. 1859) sind gegenwärtig eingeführt.
5. Die Toleranzen sämmtlicher Abmessungen finden sich in dem Abschnitte: „Untersuchung

Die in Fig. 13—15 abgebildeten Feldgeschütz-Rohre (6pf. und 12pf. Feldkanone und 7pf. kurze und lange Haubitze) sind aufgelassen;

bei den in Fig. 16—17 dargestellten Feldgeschütz-Rohren (leichte 12pf. Feldkanone und 7pf. mittel. lange Haubitze) ist die Auflassung beabsichtigt;

die in Fig. 18—24 dargestellten Batteriegeschütz-Rohre des alten Systems sind aufgelassen und werden successive ausser Gebrauch gesetzt;

die in Fig. 25—42 dargestellten Batteriegeschütz-Rohre des neuen Systems (1859) sind gegenwärtig eingeführt;

die in Fig. 43—46 dargestellten Schiffgeschütz-Rohre werden successive ausser Gebrauch gesetzt;

die in Fig. 47—48 abgebildeten Schiffgeschütz-Rohre sind gegenwärtig eingeführt.

fel.

Visireinrichtung, Durchmesser und Lage der Schildzapfen und Gewicht der Konstruktion von d. J. 1858 und 1859.

48			7			7			30			30			7			30			60			60		
pf. eiserne			pf. bronz.			pf. eiserne																				
Küsten-			lang. mittl. Feld-			kurze Batterie-						lange Küsten-			Granat-			Bomben-			Bomben- und Stein-			Küsten-		
Kanonen			Haubitzen												Mörser											
''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	VI	''	'''	IV
7	—	7	5	7	11	5	7	11	9	1	7	9	1	7	5	7	11	9	1	10	11	5	6	11	5	6
—	—	—	3	7	1	2	11	—	5	1	5	6	9	—	2	11	—	4	10	7	6	1	9	8	8	—
—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	6	—	2	6	—	2	—	—	2	9	—	2	6	—	2	6
1	6	—	—	9	—	—	7	5	1	1	1	1	5	3	—	8	3	1	1	5	1	4	10	2	1	4
17			$9\frac{2}{3}$			7			$6\frac{1}{2}$			13			$2\frac{1}{2}$			$2\frac{3}{4}$			$3\frac{1}{4}$			$3\frac{5}{8}$		
116	9	3	60	5	—	38	5	6	58	—	—	116	—	3	13	8	10	24	7	10	36	9	10	40	11	7
109	10	10	52	—	—	28	4	—	43	1	4	97	3	11	8	2	10	13	4	$7\frac{1}{2}$	22	5	10	22	5	10
—	—	—	5	7	—	7	4	7	8	9	—	12	—	—	3	3	—	5	7	9	7	1	4	9	—	—
8	4	6	3	—	—	2	6	11	6	8	4	7	8	—	2	3	—	5	7	$5\frac{1}{2}$	7	2	$8\frac{1}{2}$	9	5	9
3	7	10	1	4	—	1	2	5	3	2	6	3	5	10	1	—	10	2	9	6	3	6	2	5	3	3
114	7	$8\frac{1}{2}$	58	7	—	37	2	11	55	8	8	113	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	7	7	10	5	1	12	1	9	24	2	3	26	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	1	5	9	9	3	10	1	6	19	8	9	20	3	11	8	5	10	16	1	6	20	7	2	25	6	2
—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	9	1	—	—	—	1	—	1	2	2	9	2	11	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
47	8	2	28	2	—	16	2	8	24	2	6	48	1	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	8	10	20	8	10	32	—	10	—	—	—
7	9	—	4	—	—	4	—	—	6	3	—	7	9	—	3	3	—	6	6	—	8	—	—	—	—	—
3	6	—	—	6	—	—	6	—	—	6	—	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	6	—	11	—	—	11	6	—	22	6	—	23	6	—	8	—	—	17	—	—	21	9	—	—	—	—
$80\frac{3}{4}$			$9\frac{2}{3}$			6			39			$86\frac{1}{4}$			$1\frac{1}{8}$			$9\frac{1}{2}$			22			$64\frac{1}{4}$		

die Auflassung beabsichtigt.

des Rohres.“

2. Ta-

Kaliber, Gattung, Bohrungsdimensionen, Länge, Spielraum, Metallstärke,
der k. k. Geschützrohre mit glatter Bohrung

Gegenstand	6		12		12		18		24		6		12	
	pf. bronzene										pf. eiserne			
	gewöhnl. Feld-		schwere Feld-		Belagerungs-						Vertheidi-			
	Kanonen													
	"	‴	"	‴	"	‴	"	‴	"	‴	"	‴	"	‴
Durchmesser der Seele, des Fluges	3	7	4	6	4	6	5	1 1/2	5	7 1/2	3	7	4	6
Durchmesser der Kammer . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spielraum	—	1 5/6	—	2	—	2	—	2	—	2	—	1 5/6	—	2
Vorsetzung des Zündloches auf der Rohrachse	—	9	—	11 1/3	—	11 1/3	1	1	1	2 1/3	—	9	—	11 1/3
Länge des Rohres ohne Traube im Kaliber-Masse	16		16		25		24		23		26		25	
Länge des Rohres ohne Traube im Zoll-Masse	54	9 1/2	69	1/2	107	11 3/4	118	7 5/6	125	1 2/3	89	1 2/3	107	11
Länge der Bohrung, beziehungsweise des Fluges sammt Wölbung . . .	51	6 1/6	64	11	104	1 1/2	114	2 5/6	120	3 1/2	85	8 1/2	102	9 1/4
Länge der Kammer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metallstärke am Bodenstück hinten	2	9	3	3	4	2/3	4	7 3/4	5	1 1/3	3	7 3/4	5	3 1/4
Metallstärke am Vorderstück vorn	1	1	1	4 1/4	2	1/3	2	3 5/6	2	6 2/3	1	9 5/6	2	3 2/3
Die Visirreife sind mit ihren grössten Kreisen von einander entfernt	52	6 1/2	66	2 1/3	105	1/6	115	3	121	4 2/3	86	10 2/3	105	2 1/2
Die Visirreife sind im grössten Durchmesser der hintere	10	1/2	12	7 1/3	14	6	16	7	17	10 3/4	12	1	16	4
Die Visirreife sind im grössten Durchmesser der vordere	8	11 1/6	11	2 2/3	12	5 1/2	14	3	16	1/6	9	11 1/6	13	1/6
Der hintere Visiraufsatz ist hoch .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Der vordere Visiraufsatz ist hoch .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	10
Abstand der Schildzapfen-Achse vom hinteren höchsten Punkt oder Visirkreis	24	4 1/2	30	8	47	3 1/6	51	10 3/4	54	9 1/3	39	1 1/3	45	10 1/2
Abstand der Schildzapfen-Achse von der Mündungsfläche	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schildzapfen Durchmesser . .	3	5 1/4	4	4	4	6 1/3	5	2 1/4	5	8 1/2	3	7 1/6	4	10 1/2
Schildzapfen Herabsetzung unter die Rohrachse . .	1	8 1/2	2	2	2	3 1/2	2	7	2	10	1	9 1/2	2	3
Zwischenweite der Angussscheiben .	9	4 2/3	11	10	12	8 1/6	14	6 1/6	15	11 2/3	9	10 5/6	13	3 1/4
Gewicht des Rohres in Centner . .	7		13 7/8		26 1/2		38 1/3		49 2/3		12 2/3		28	

Anmerkung. 1. Die 18pf. Positions-Feld-Geschütze, die 7pf. eis. Batterie-Haubitzen, die 6pf. Cöhorn'schen
2. Die Schiffgeschützrohre sind dem Folgenden vorbehalten.
3. Die 6pf. und die schweren 12pf. Feld-Kanonen, weiters die 7pf. kurzen und die schweren
4. Die übrigen oben angeführten Geschütze sind aufgelassen und werden succesive
5. Die Toleranzen sämmtlicher Abmessungen finden sich in dem Abschnitte: „Untersuchung

Die äussere Form der 3 Hauptheile des Rohres insbesondere.

§. 43. Dieselben sind: Das Vorderstück (bei Kanonen auch Langenfeld), das Mittelstück (bei Kanonen und Haubitzen auch Zapfenstück), das Bodenstück (bei Haubitzen und Mörsern auch Kammerstück).

Die Oberfläche der österr. Geschütz-Rohre ist in der Grundform, wie folgt, gebildet:

Kanonen. Die Kanonen des neuen Batterie-Geschützes aus 2 Konus (Boden- und Zapfenstück einen, Vorderstück den zweiten bildend); ebenso die Feld-, Belagerungs- und 30pf. Granatkanonen.

Die eisernen Vertheidigungskanonen des älteren System bilden ihrer ganzen Länge nach einen Konus.

Die Kanonen des Schiffgeschützes, Taf. I, Fig. 47, (neuere Konstruktion): Bodenstück, Cylinder *c d k n* mit verstärkter segmentartiger Abrundung *d f g k*; Mittelstück, schwächerer Cylinder; Vorderstück, Konus.

f e l.

Visireinrichtung, Durchmesser und Lage der Schildzapfen und Gewicht der Konstruktion vor dem Jahre 1858.

18		36		7		7		10		12		30		10		30		60		30		60	
pf. eiserne				pf. bronzene								pf. eiserne		pf. bronzene								pf. eiserne	
gungs-		Marine-		schwere lange Feld-		kurze Feld-		Batterie-		Gebirgs-		Granat-		Bomben-						weittreibender		Stein-	
Kanonen				Haubitzen								Kanone		Mörser									
"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''	"	'''
5	1 1/2	6	7 2/3	5	8	5	8	6	4 3/4	4	6	9	1 2/3	6	4 3/4	9	1 5/6	11	6	9	1	11	11 1/3
—	—	—	—	3	7	2	11	3	7	2	10 1/6	6	1 1/2	3	4 2/3	4	10 2/3	6	1 3/4	konisch		4	9 2/3
—	2	—	2 1/2	—	2	—	2	—	2 1/2	—	2	—	2 1/2	—	2 1/2	—	2 3/4	—	3	—	2	—	8 1/2
1	1	1	3	—	9	—	8 1/4	—	9 1/4	—	7 1/6	1	3 3/4	—	4 2/3	—	6 2/3	—	8 1/2	1	3	—	8 1/2
23		17 1/6		11 3/4		6 1/16		5 9/16		7 9/16		10 5/8		3 1/2		3		2 3/4		3 1/16		3 5/16	
113	7 1/2	110	11 5/6	64	7 1/2	33	3 2/3	34	1/2	32	9 3/4	94	9 1/4	21	8	26	9 1/4	31	3 1/4	27	4	37	5/6
107	8 5/6	103	5 1/2	55	4	23	2 1/6	23	2 1/2	27	1/2	79	10 3/4	14	3 3/4	16	2 1/6	17	11	11	8 2/3	24	5
—	—	—	—	5	7	7	4 2/3	8	1 1/2	3	9 1/2	9	2	3	11	5	7 3/4	7	1 1/3	11	1/6	6	10 1/4
6	1/3	6	9 3/4	3	—	3	1/6	3	9 5/6	1	5 1/3	9	2 1/4	3	5 1/4	4	11 1/2	6	2 5/6	4	—	5	6 1/6
2	7 2/3	3	2	1	5 2/3	1	2	1	6 2/3	—	8 2/3	3	2 1/2	1	5 1/3	2	1 1/3	2	8 1/4	2	3 1/2	2	7 2/3
110	4 1/3	107	8	63	1 1/2	31	9 5/6	32	8 1/6	31	9	92	3 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	8 1/2	11	9 1/3	12	1/2	9	11 1/2	12	4 1/2	7	2 2/3	24	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	10 3/4	8	10 2/3	9	6 1/2	9	11 1/2	12	4 1/2	6	8	15	6 2/3	10	3	14	9 1/3	18	7 1/2	14	9 1/3	18	11 2/3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	4 1/6	42	7 3/4	28	11 3/4	16	9	17	2 2/3	16	11 5/6	37	8 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	7 1/2	23	8 1/2	27	4 5/6	18	3	33	2 1/2
5	6 5/6	6	9 3/4	4	4	4	5 2/3	5	1/3	2	8 1/2	7	9	3	5 3/4	5	3 2/3	6	8 1/6	6	—	6	8 1/6
2	7	3	5	—	6 1/2	—	4 1/2	—	4 1/2	—	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	2 1/4	19	8 1/2	11	10	10	1 2/3	11	1/4	6	8	23	5	10	10	15	7 1/2	19	8 1/6	15	—	19	8 1/6
38 3/4		62 3/4		10 4/5		4 4/5		7 2/5		1 9/10		69 1/3		3 2/5		9 1/4		17 1/2		10 1/2		17 2/3	

Mörser und einige noch vorkommende ganz veraltete Geschütze wurden hier übergangen.

7pf. langen Haubitzen sind aufgelassen.
ausser Gebrauch gesetzt.
des Rohres."

Haubitzen. Die Haubitzen des neuen Batterie-Geschützes, wie die Kanonen dieses Systems. Die Granatkanonen des Schiffgeschützes: Bodenstück und Mittelstück, Cylinder, ersteres mit segmentartiger Abrundung hinten; Vorderstück, Konus.

Die 7pfd. kurze Feld- und die 10pfd. bronzene Batterie-Haubitze aus 3 Konus (wovon jedoch die beiden einschliessenden in einem zusammentreffen, während der mittlere Konus um 3 1/2''' stärker ist); die 7pfd. langen Feld-Haubitzen: das Bodenstück, Cylinder; die anderen beiden Haupttheile, Konus. Die 12pfd. Gebirgshaubitze: Bodenstück, Cylinder; die beiden anderen Haupttheile, Konus.

Mörser. Die Mörser des neuen Batterie-Geschützes: Kammer- und Mittelstück, Cylinder mit angesetzter Halbkugel; Vorderstück, Konus (bei der Mitte der Bombe beginnend); der Küstenmörser, den ersteren ähnlich bis auf die Auflageplatte.

Die metallenen Bombenmörser älteren Systems: Kammerstück, Cylin-

der mit angesetzter Halbkugel; Mittelstück, Cylinder; Vorderstück, Konus, bei der Mitte der Bombe beginnend; der weittreibende Mörser: Kammerstück, Konus, an dessen kleinerer Grundfläche ein Kugelsegment angesetzt ist; Mittel- und Vorderstück, Cylinder; der Steinmörser: Kammer- und Mittelstück zusammen einen Konus bildend, an dessen kleinerer Fläche eine Halbkugel angesetzt ist; Vorderstück, ein bei der Zusammenstossung mit dem Mittelstück mit seiner grösseren Grundfläche anschliessender Konus.

Auf den 3 Haupttheilen befinden sich bei jenen Geschützen, wo dieselben vorkommen, die nachstehenden Nebentheile des Rohres, u. z.

Auf dem Vorderstücke:

Der Kopf und der vordere Visir-Reif oder Visir-Aufsatz.

Auf dem Mittelstücke:

Die Henkel; bei Kanonen und Haubitzen überdies die Schildzapfen, bei Schiffgeschütz-Rohren das Mittel-Visir sammt Aufsatzbacken, bei den Mörsern eine Quadrantenebene.

Auf dem Bodenstücke:

Bei Kanonen und Haubitzen der hintere Visir-Reif, das Zündloch, die Traube, Aufsatz- und Quadranten-Ebene; beim Schiffgeschütze das Perkussionsschloss sammt Platte; bei Mörsern die Schildzapfen und das Zündloch, beim Schämelmörser (Küstenmörser) überdies die eiserne Auflageplatte.

Die Nebentheile des Rohres.

§. 44. Als Nebentheile des Rohres bezeichnet man die nachfolgenden Theile desselben:

Die Visir-Reife und Visir-Aufsätze. Vordere und hintere nach ihrer Lage am Rohre (Taf. I, Fig. 13, *r r*, *r' r'*), — verglichene und unverglichene nach ihrem Durchmesser (ganz verglichene, Visir-Winkel Null; halb verglichene, gewählter künstlicher Visir-Winkel; unverglichene, natürlicher durch den Rohr-Konus bedingter Visir-Winkel). Sie dienen dazu, um das Richten der Geschützrohre zu vermitteln; dieselben sind dieserwegen auch von grösserer Wichtigkeit.

Feste Geschützaufsätze und Visire (Taf. I, Fig. 47 und §. 49, Fig. 49 und 50) zum Richten der Geschützrohre (beim Schiffgeschütz).

Der Kopf (Taf. I, Fig. 13, *n n*), eine bei Kanonen und Haubitzen ganz vorn am Rohre angebrachte Verstärkung desselben, welche den Zweck hat, theils dem vorderen Visir-Reife seinen gehörigen Durchmesser zu geben, theils auch um das Zerreissen des Rohres beim Austritt des Geschosses zu verhindern.

Das Zündloch (Taf. I, Fig. 13, *z*) oder der kupferne Zündlochkern *k*, in welchen das Zündloch gebohrt ist, durch welches das Feuer zur Ladung gebracht wird.

Bei älteren Rohren kommt grösstentheils ober dem Zündloche eine muschelartig ausgehöhlte Erhöhung *m* (Fig. 13), die Zündlochmuschel, vor, welche zur leichteren Einführung des Rohrbrandels dient.

Einrichtungen am Rohre für die Abfeuerung. — Perkussions-Schlösser etc. (Taf. I, Fig. 47, §. 55, Fig. 51 und 52.) Hierher gehören vorangehend die mit dem Geschütz-Rohre fest verbundenen Perkussions-Schlösser der Schiffgeschütze. Sie dienen dazu, das Perkussions-Brandel und durch dieses die Geschützladung zu entzünden.

Die Schildzapfen und Angussscheiben. Die Schildzapfen (Taf. I, Fig. 13, *o*) haben den Zweck, das Rohr mit dem Gestelle zu verbinden und es in selbem beim Richten und anderen Handhabungen bequem auf- und abwärts bewegen zu können.

Die Angussscheiben *u* geben dem Rohre in dem Gestelle eine genaue Lage und vermeiden ein Verrücken desselben zwischen den Schildpfannen des Gestelles.

Die Henkel *h*, Fig. 13, Taf. I, sind des leichteren Aus- und Einhebens der Rohre aus und in die Gestelle, überhaupt wegen der bequemen Handhabung derselben angebracht, u. z. dergestalt, dass die Rohre (mit Ausnahme der Mörserrohre) wagrecht hängend an ihnen erhalten werden können.

Die Traube, ein bei Kanonen und Haubitzen am Bodenstücke des Rohres in der Achsenverlängerung angebrachter Ansatz, der den Zweck hat, die in der Laffete liegenden Geschützrohre am Bodenstücke leichter heben und niederlassen zu können, kurz die bequemere Handhabung zu vermitteln.

Bei Schiffgeschütz-Rohren, Fig. 44—49, ist die Traube oder der prismatische Ansatz meist durchbohrt und erfüllt hier mitunter einen anderen Zweck, wie dies in Folgendem näher besprochen werden soll.

Die Auflageplatte des Küstenmörsers. (Fig. 41, *d e f*, Taf. I.) Das Mörserrohr des 60pf. Küstenmörsers ist am Bodenstücke mit einer 63″ langen, 30″ breiten und 5″ dicken, — am vorderen Ende der unteren Fläche, der ganzen Breite nach, mit einem 5″ breiten und 5″ dicken Ansatze versehenen — sogenannten Auflageplatte — aus einem Stücke gegossen und die Rohrachse gegen die untere Fläche der Auflageplatte unter dem Winkel von 42½ Grad geneigt.

Gehen wir nun auf die Betrachtung der einzelnen Nebentheile des Rohres in der eben angedeuteten Ordnung eingehender über.

Visir-Reife und Visir-Aufsätze.

§. 45. Bei den Geschützrohren sind für das Richten gewöhnlich vorne und hinten Reife angegossen, die gegen vorne etwas konisch zulaufen, und nach ihrer Lage vordere und hintere Visir-Reife heissen. Der Durchmesser ihrer grössten Kreise muss so bemessen sein, dass das Visiren über deren höchste Punkte, welche durch einen Einschnitt — Visir — oder ein Korn bezeichnet sind und Visir-Punkte heissen, durch keine andere Erhöhung des Rohres gehindert werde. Bei manchen Geschützrohren befinden sich statt der Visir-Reife blos an dem oberen Theile des Rohres Stücke dieser Reife, die man dann Visir-Aufsätze nennt.

In der Regel ist der Durchmesser des hinteren Visirreifes grösser, als jener des vorderen. Man nennt den halben Unterschied derselben den Kern, und den Winkel, welchen die Verbindungslinie ihrer höchsten Punkte mit der Seellinie einschliesst, den Kernwinkel (in einigen Artillerien wohl auch künstlichen Visirwinkel zum Unterschiede von dem natürlichen, dem Konuswinkel des Rohres entsprechenden). Sind die Durchmesser der Visirkreise gleich, d. i. stehen die festen Visirpunkte des Rohres gleich weit von der Rohrachse ab, so nennt man die Rohre, bei welchen dies der Fall ist, verglichene Rohre. (Bei verglichenen

Rohren ist der Kern- oder künstliche Visirwinkel gleich Null.) Ist hingegen der hintere feste Visirpunkt von der Rohrachse entfernter als der vordere, so sind die Rohre unverglichen.

§. 46. Visirreife und Visiraufsätze der Kanonen. Bei den Visirreifen*) können, wie schon oben erwähnt, vorzugsweise zwei Fälle eintreten: entweder werden beide gleich hoch gemacht, — verglichen — (wie dies bei den Rohren der neuen Batteriekanonen der Fall ist), oder der hintere Visirreif ist höher als der vordere, unverglichen — (wie bei den Feldkanonenrohren und den Kanonenrohren des älteren Batteriegeschütz-Systems).

In einigen fremden Artillerien spricht man von ganz-, halb- und unverglichenen Rohren, in den Beziehungen für gleiche Visirreife, für solche, welche auf einen bestimmten Unterschied derselben (für eine bestimmte Metallschussweite) verglichen sind, und für solche, wo die Visur über den natürlichen Konus des Rohres geht oder die Visirpunkte in einer parallelen Linie zu demselben liegen. Letztere Konstruktion findet bei österreichischen Rohren nicht statt.

Im ersten Falle d. i. bei verglichenen Rohren kann die beim Bresch- oder Kartätschenschiessen, kurz beim Schiessen auf kleine Distanzen erforderliche Richtung direkt, leicht und schnell bewirkt werden; — dagegen wird von der Distanz von 300 bis 400 Schritten schon die Aufsatzrichtung nothwendig.

Bei diesen Rohren reducirt sich die Theorie des Richtens auf die einfache Regel: bis auf Kernschussweite über's Metall zu visiren und von dieser Schussweite aufwärts den Aufsatz in Anwendung zu bringen, folglich auf alle Entfernungen direkt auf das Ziel zu richten und den zeitraubenden Vorgang der Kernrichtung zu vermeiden.

Für Batterie- und Schiff-Geschützrohre, mit welchen die Wirkung auf einen bestimmten Punkt unbedingt nothwendig ist, erscheint die Anwendung der einzelnen Methoden der Kernrichtung als ungenügend, und es entsprechen verglichene Rohre beim Batteriegeschütze jedenfalls im höheren Masse als unverglichene.

Bei den Belagerungs-Kanonen älterer Konstruktion, welche unverglichen sind, machte sich die Ansicht geltend, dass die Distanzen von 500 bis 700 Schritte mehr Beachtung verdienen, als jene bis 400 Schritte, und dass, da bei selben vorne Visirreife in Anwendung kamen, bei gleich hohen Visirreifen immer ein dicker und schwerer Kopf entsteht, in Folge dessen (des nöthigen Hintergewichtes wegen) die Schildzapfen weiter vorwärts gesetzt werden müssen, was bei den Batteriegeschützen, welche durch Scharten feuern, wegen der dadurch bedingten Vergrösserung der Bohrungslängen nachtheilig ist, daher bei denselben die Visirreife die Einrichtung erhielten, dass auf die ersteren Distanzen das einfachste und sicherste Richten stattfinde.

Bei verglichenen Feldgeschütz-Rohren entspricht die Metallrichtung einer Distanz von 300 bis 400 Schritt, es müsste demnach von diesen Schussweiten aufwärts die Aufsatzrichtung in Anwendung kommen. Da aber der Gebrauch des Aufsatzes immer mehr Zeit erfordert, als die Metallrichtung, so erscheint es vortheilhaft bei Feldgeschütz-Rohren die

*) Der Kürze wegen sprechen wir hier blos von Visirreifen, indem bei der Proportionirung der Visiraufsätze dasselbe gilt.

Unterschiede der Visirreife als den natürlichsten Aufsatz dergestalt zu proportioniren, dass man sich der Richtung über das Metall auf solche Entfernungen bedienen könne, auf welche mit Schnelligkeit und Sicherheit geschossen werden muss.

In der Entfernung von 500 – 600 Schritt gewähren alle Feld-Kaliber die volle Sicherheit des Treffens. In dieser Entfernung findet meistens vor den schon placirten Batterien die Entwicklung der Truppen aus der Kolonnen- in die Linienformation statt, und dieser Moment wird vielfach entscheidend für den Gewinn oder Verlust der Feldschlachten; überdies geschehen auf dieser Weite in den meisten Fällen die letzten Kugelschüsse, u. z. mit möglichster Schnelligkeit; — die angedeuteten Umstände erwogen, scheint die Proportionirung der Visirreife bei Feldkanonen auf eine Entfernung von 500—600 Schritt zweckmässig zu sein, und den Anforderungen an das Feld-Geschütz vollkommener zu entsprechen, als ihre Vergleichung. Dabei ist nicht unerwähnt zu lassen, dass bei unverglichenen Rohren in diesem Falle von den Distanzen von 500 oder 600 Schritt abwärts eine direkte Richtung nicht möglich ist und die mitunter unsichere und zeitraubende Kernrichtung Platz greifen muss. Setzt man den Unterschied der Visirreife auf 500 Schritte fest, so erhält man wohl auch den weiteren wichtigen Vortheil, durch ein geringes Höher- oder Tieferrichten sogleich auf die Distanzen von 600 oder 400 Schritt übergehen zu können.

Da die Distanzen von 300—400 Schritt für Feld-Geschütze nach dem eben Gesagten von minderer Wichtigkeit erscheinen, als jene von 500—600 Schritt, so kömmt auf ersteren die Kernrichtung in Anwendung.

In der österreichischen Artillerie ist der Unterschied der Visirreife bei sämmtlichen Feld-Kanonen auf 500—600 Schritte proportionirt, jener der Batterie-Kanonen älteren Systems auf die Distanz von 500 Schritt; dagegen sind die Rohre der Kanonen des neuen Batterie-Geschützes verglichen. —

Bei letzteren wurde statt des vorderen Visirreifes ein Visiraufsatz (Vergleichungs-Aufsatz) angebracht, um den Kopf des Rohres nicht übermässig zu vergrössern.

Ebenso ist bei älteren Vertheidigungs-Kanonen statt des vorderen Visirreifes ein Visiraufsatz angebracht. Beim leichten Feld-12-Pfdr. ist statt des hinteren Visirreifes ein Visir-Aufsatz auf den Konus des Bodenstückes aufgesetzt. Alle anderen Kanonen-Rohre haben beide Visirreife. Schiffs-Kanonen neuerer Art haben hinten keinen Visirreif und der Kopf ist abgerundet (siehe fester Geschütz-Aufsatz und Mittelvisir); jene älterer Art haben beide Visirreife. Die Schiff-Geschütz-Rohre sind meist verglichen.

Von dem Projekte beim Feld-Geschütze durch ein am vorderen Visirreife zum Aufstellen und Niederlegen angebrachtes Korn, die Kernrichtung zu einer direkten zu machen, zu sichern und zu erleichtern, wurde bis nun zu abgesehen.

Die Feld-Kanonen haben einen Kernwinkel von 36′.

Die 36pf. Marine-Kanone hat einen Kernwinkel von 38′.

Die Batterie-Kanonon-Rohre des neuen Systems sind verglichen.

Die Schiff-Geschütz-Rohre sind in der im §. 49 angegebenen Weise konstruirt.

Die Kernhöhe beträgt:

Bei der 6pf. Feld-Kanone		$6^2/_3$‴,
„ „ 12 „	„	$8^1/_3$‴,
„ „ 12 „ Belagerungs-Kanone (ält. Syst.)		12 ‴,
„ „ 18 „	„ „	14 ‴,
„ „ 24 „	„ „	11 ‴,
„ „ 6 „ Vertheidigungs-Kanone	„	8 ‴,
„ „ 12 „	„ „	10 ‴,
„ „ 18 „	„ „	12 ‴.

§. 47. Die Visirreife der Haubitzen. Da das Werfen der Granaten bei Haubitzen immer mit grossen Aufsätzen geschieht, so ist es unthunlich, den Unterschied der Visirreife bei denselben für irgend eine Entfernung nach Art der Feld-Kanonen zu proportioniren, indem selbst bei Annahme einer kleineren Wurfdistanz als Metallschussweite der hintere Visirreif einen verhältnissmässig zu grossen Durchmesser erhalten müsste; was um so nachtheiliger wäre, als beim Schleudern entweder gar keine, oder doch nur sehr kleine Aufsätze zur Anwendung kommen.

Man hat daher bei der Proportionirung der Visirreife von dem Werfen der Granaten ganz abgesehen und nur das Schleudern im Auge gehabt, und hienach die Visirreife entweder verglichen oder den sich durch die Gestalt des Rohres ergebenden äusserst geringen Unterschied der beiden Visirreife beibehalten.

Diese Proportionirung der Visirreife gibt bei der Metallrichtung für die Schleuderschüsse eine möglichst rasirende Geschossbahn.

Die Visirreife der kurzen Haubitzen und jene des neuen Batterie-Geschützes sind verglichen, jene der 7pf. langen Haubitze nicht, weil hier der sich ergebende natürliche Visirwinkel als entsprechend erkannt wurde. —

Die Haubitzen des Batterie-Geschützes v. J. 1859 haben statt des vorderen Visirreifes einen Visiraufsatz.

Die Granat-Kanonen des Schiff-Geschützes haben hinten keinen Visirreif, vorn einen Visiraufsatz.

Die 30pf. Granat-Kanone der Land-Artillerie hat vorn und hinten zwei 4″ lange Aufsatzstücke, — die 7pf. lange, mittlere Feldhaubitze hat hinten einen Visiraufsatz, Alle übrigen Haubitzen haben beide Visirreife.

Die Karronaden-Rohre der Marine haben keine Visirreife, dagegen ist auf der Schlossplatte ein Visir angebracht, und ein zweites befindet sich vor dem, nahe an der Mündung angebrachten Rundstabe.

Der Kernwinkel ist: bei der 7pf. langen mittleren und schweren Haubitze 1^0 8′. — Bei der 30pf. Granatkanone beträgt die Kernhöhe 2″ 5‴.

§. 48. Die Visirreife der Mörser. Die Mörserrohre des alten und neuen Systems haben nur den vorderen Visirreif, welcher in seinem Durchmesser einer mässigen Verstärkung des Metalls nächst der Mündung des Rohres entspricht. Bei den Mörsern wird über die bezeichnete höchste Linie des Rohres, oder mit Hilfe der auf der Mündungsfläche bezeichneten Linie (Durchschnitt der durch die Achse des Rohres gelegten Vertikal-Ebene und der Mündungsfläche) gerichtet.

§. 49. Feste Geschütz-Aufsätze und Visire. Um den Kanonen auch höhere Elevationen (Aufsätze), als der Unterschied der beiden Visirreife beträgt, zu geben, bedient man sich zum Theile bei den grösseren Schiff-Geschützen der österr. Artillerie, sowie

bei einigen fremden Artillerien (ausser dem allseitig in Gebrauch stehenden losen Geschütz-Aufsatze) auch des festen Aufsatzes (hausse), welcher mit dem Geschütz-Rohre innig verbunden ist. Dieser Aufsatz besteht im Allgemeinen in einer mit Zolleintheilung oder Distanzstrichen versehenen Stange (Stab-Rahmen), welche sich am Ende des Bodenstückes (an der hinteren Fläche desselben) auf eine mehr oder minder zweckmässige Art befestigt befindet, und entweder eine drehende Bewegung um einen festen Punkt oder eine geringe Seitenverschiebung zulässt, oder schliesslich unwandelbar fest steht.

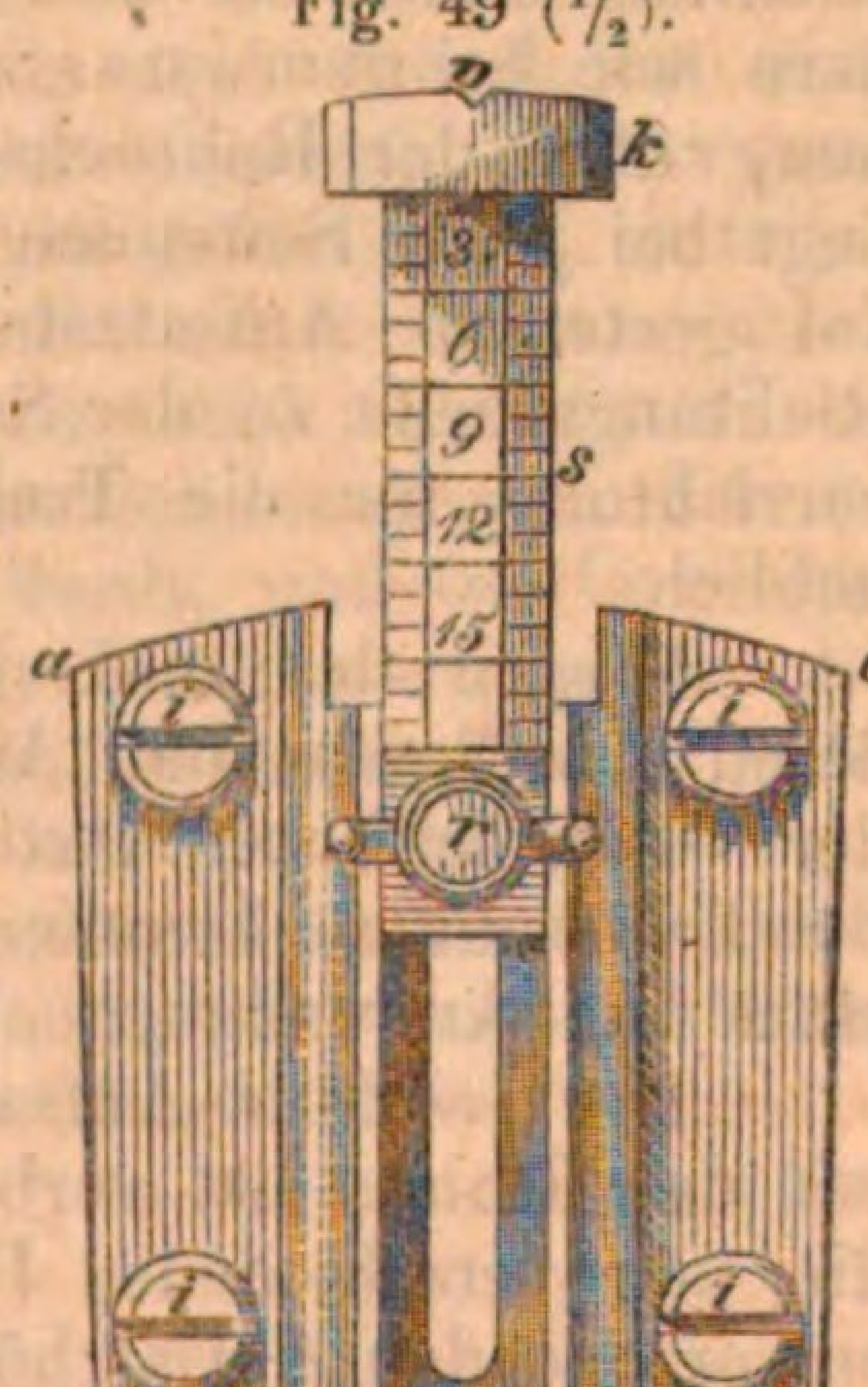
Diese Einrichtung erleichtert das Richten, beschleunigt und sichert es, indem dabei in gewisser Beziehung bei allen zulässigen Elevationen immer nur eine Metallrichtung stattfindet; — sie hat dagegen das Nachtheilige, dass bei einem ungleichen Räderstande mehr oder minder fehlerhafte Richtungen entstehen, dass bei einer Beschädigung des festen Aufsatzes zeitraubende Störungen eintreten, ja mitunter das Geschütz wegen der Unmöglichkeit des Richtens kampfunfähig wird, dass schliesslich die Handhabung und Bedienung vielfach durch dieselben behindert wird.

Dass übrigens bei einem schiefen Räderstande und festem Geschützaufsatze die Fehler der Richtungen nur unbedeutend sind, geht aus dem folgenden Beispiele hervor. Wäre nämlich aus einem Feld-12-Pfünder zu schiessen, u. z. auf 1600 Schritte mit $3\frac{1}{4}''$ Aufsatz, und stände hiebei ein Rad des Geschützes um 6″ höher als das andere, so beträgt selbst bei einem angenommenen Weggeleise von 43″ und vollkommen festem Aufsatze die Abweichung vom Ziele nur 11 Schritte.

(Durch die Anwendung fester Aufsätze kann der künstliche Visirwinkel nach Wunsch verändert werden, der leztere ist in diesem Falle mit dem bei losen Geschütz-Aufsätzen vorkommenden Aufsatzwinkel im Begriffe ähnlich).

Die an dem Rohre befestigten Aufsätze der französischen Artillerie und die denselben nachgebildeten, Fig. 49, bestehen aus einem messingenen mit 4 Schrauben *i* an das Bodenstück befestigten Gehäuse *a b c d*, in dessen Mitte die mit der Distanzeintheilung versehene Aufsatzstange *s* eingefalzt ist. Die Aufsatzstange hat oben einen etwas breiteren Kopf *k*, in welchem das Visir *v* dreieckig prismatisch eingeschnitten ist, und unten eine Druckschraube *r* mit Flügelmutter zum Feststellen der Stange bei den verschiedenen Erhöhungen.

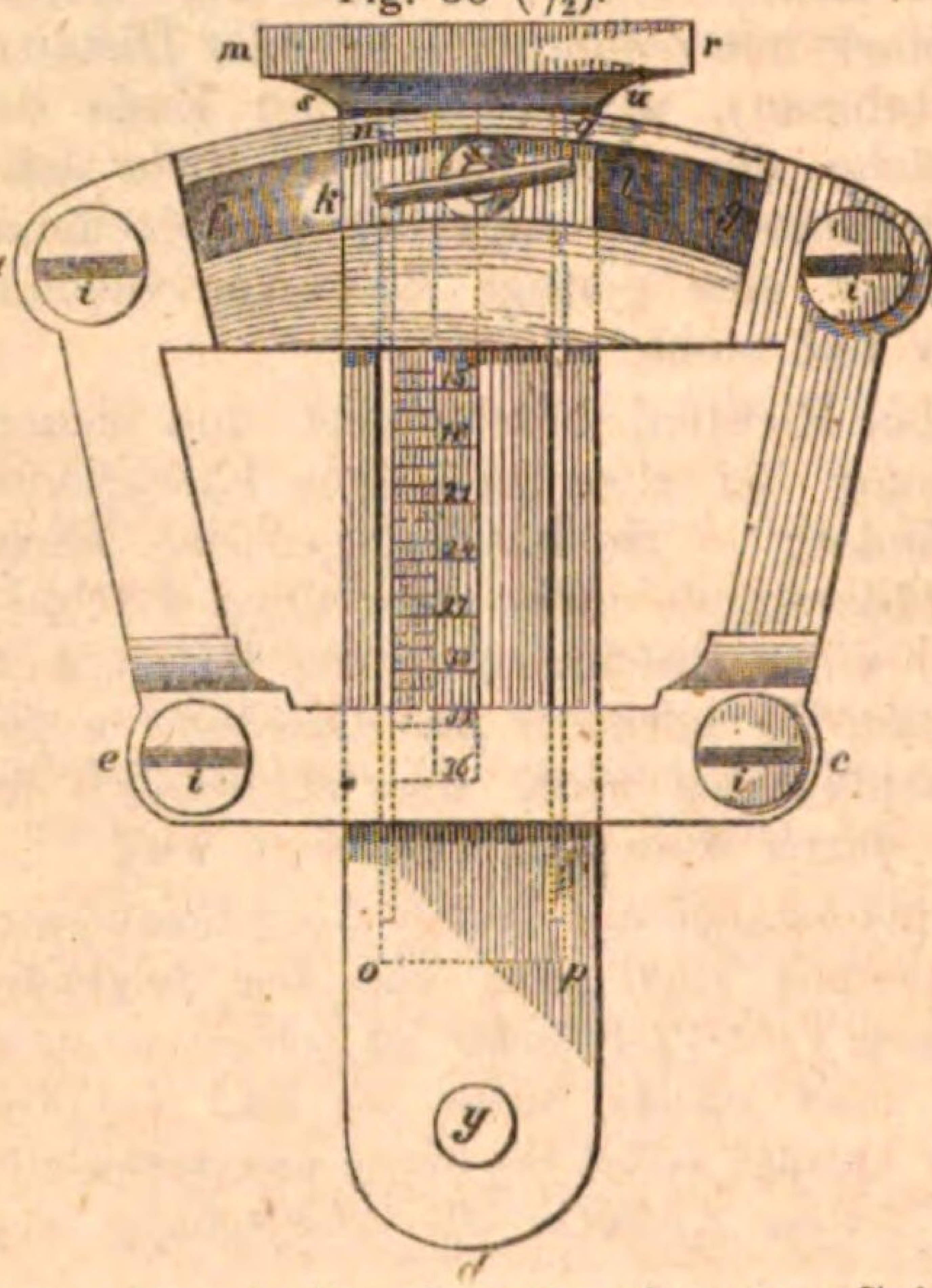
Fig. 49 (1/2).



Derlei feste Aufsätze führen den Nachtheil mit sich, dass bei einer nach der Seite geneigten Lage des Rohres die über das Visir des Aufsatzes und über den höchsten Punkt des vorderen Visirkreises oder über das am Kopfe angebrachte Korn gehende Linie, Richtungslinie, nicht in der durch die Seellinie des Rohres gedachten vertikalen Ebene liegt, was — wie dies beim Richten des Rohres näher besprochen werden wird — zu Fehlschüssen Veranlassung gibt. Diesem Uebelstande weichen solche feste Aufsätze aus, deren Einrichtung es gestattet, die Aufsatzstange

innerhalb einer gewissen Seitenneigung des Rohres stets in die vertikale Lage zu bringen.

Fig. 50 (1/2).



Bei dem auf diese Art eingerichteten nassauischen Aufsatze, Fig. 50, ist ein Gehäuse *a b c d e*, an dessen oberem Theile sich der bogenförmige Ausschnitt *f g* befindet, mit 4 Schrauben *i* an dem Bodenstücke befestiget. Die Aufsatzstange *m n o p q r* befindet sich in einer Scheide *s d u*, welche mit dem Gehäuse so verbunden ist, dass sie sich mit dem in den Ausschnitt *f g* eingreifenden Vorsprunge *k l* innerhalb der Punkte *f* und *g* radial um die Schraube *y* bewegen kann. Die Druckschraube *x* gestattet nicht nur, die herausgezogene Aufsatzstange auf jeder betreffenden Höhe festzuhalten, sondern auch die Scheide, nachdem sie früher in die vertikale Lage gerückt wurde, an das Gehäuse festzuklemmen.

Durch einen solchen Aufsatz kann innerhalb einer bestimmten Seitenneigung des Rohres stets die über das Visir der vertikal gehaltenen Aufsatzstange und den höchsten Punkt des vorderen Visirkreises gedachte Linie in die durch die Seellinie des Rohres gelegte Vertikalebene gebracht, und somit eine vollkommen genaue Richtung erzielt werden. Befindet sich der Drehpunkt *y* nicht unten, sondern wie bei dem russischen Aufsatze oben, und zwar in gleicher Erhöhung über der Rohrachse mit dem am Kopfe angebrachten Korne, dann liegt bei jeder Seitenneigung des Rohres die durch das Visir der vertikal gestellten Aufsatzstange und das Korn am Kopfe gehende vertikale Richtungsebene zu der Seellinie parallel, und der durch eine solche Richtvorrichtung für die Treffsicherheit hervorgehende Fehler ist ganz unerheblich.

Wegen den oben angegebenen Nachtheilen, wohl auch wegen anderen Anständen bei Anwendung fester Aufsätze, bedient man sich in der österreichischen Artillerie meist loser Geschütz-Aufsätze; nur beim Schiff-Geschütze kommen, wie schon oben erwähnt, theilweise feste Aufsätze zur Anwendung.

Der Geschütz-Aufsatz, welcher bei grösseren glatten Marine-Geschützen mit dem Rohre fest verbunden wird, ist ein metallener Stab, auf welchem die den verschiedenen Projektil-Gattungen, Ladungen und Entfernungen entsprechenden Aufsatzhöhen aufgetragen sind. Derselbe lässt sich in der an das Bodenstück angeschraubten Aufsatzhülse nach Bedarf auf- und abschieben und mittelst einer Druckschraube in beliebiger Höhe feststellen. Er liefert stets den hinteren Visirpunkt am Rohre, das Ziel mag sich auf was immer für einer Entfernung innerhalb der Tragweite des Geschützes befinden.

Das Mittel-, manchmal auch Vordervisir genannt, welches bei den eben erwähnten Rohren vorkommt, ist ein metallenes Aufsatzstück, welches den zweiten Visirpunkt am Rohre darbietet.

Dasselbe wird bei neueren Kanonen zwischen die, in der Gegend der Schildzapfen angegossenen Backen eingeschoben und mittelst eines Stiftes festgehalten, bei den älteren Marine-Kanonen aber durch ein eisernes Band getragen, welches mittelst der an demselben befindlichen Ringe an die Schildzapfen gesteckt und durch das Zusammenziehen der unten vorstehenden Theile mittelst einer Flügelmutter-Schraube an dem Rohre festgehalten wird.

Die Höhe des Mittelvisirs ist so bemessen, dass die über den obern Rand der auf den Nullpunkt gestellten Aufsatzstange und den höchsten Punkt des Visirs gedachte Linie parallel zur Achse des Rohres liegt.

Der Kopf des Rohres.

§. 50. Der Kopf des Rohres hat, wie schon im Früheren erwähnt, das Aufreissen desselben an der Mündung in Folge der daselbst stattfindenden Geschossanschläge zu verhüten.

Der Durchmesser dieser Metallverstärkung ist entweder durch Versuche festgesetzt, oder wie bei jenen Rohren, bei welchen ein vorderer Visir-Reif vorkommt durch den Durchmesser des letzteren bestimmt; in diesem Falle bildet sich sodann der Kopf durch Verstäbungen, welche die Verbindung dieses Visir-Reifes mit dem Konus des Vorderstückes vermitteln.

Wird erwogen, dass bei Mörsern, welche mitunter so grosse Ladungen erhalten, und bei welchen Bombenanschläge mit grosser Gewalt nächst der Mündung stattfinden, eine schwache Platte den Visir-Reif bildend den oben angegebenen Zweck des Kopfes erfüllt, so ist gewiss anzunehmen, dass die Stärke des Kopfes bei den Kanonen noch vermindert werden könnte, und dass es genügt, dem Kopfe nur oberhalb in der zum Visiren erforderlichen Breite die nöthige Höhe zu geben, d. i. daselbst Visiraufsätze anzubringen. Dieser Anschauung ist auch in der österr. Artillerie bei neueren Konstruktionen entsprochen. Bei Geschützrohren, welche hinter Scharten stehen, darf der Kopf keinen zu grossen Durchmesser haben, damit die Scharte nicht zu weit werde, und das Geschütz, sowie auch die Bedienungsmannschaft durch die Brustwehre besser gedeckt sei. Bei den Schiffsgeschützen muss die Dimension des Kopfes noch mehr beschränkt, oder die Verstärkung an der Mündung ganz weggelassen werden, damit die Stückpforten einerseits nicht zu weit ausfallen, anderseits das Rohr bei festgesetzter Oeffnung nicht an Erhöhung oder Senkung einbüsse.

Das Zündloch.

§. 51. Das Zündloch, welches den Zweck hat, die Entzündung der Geschützladung zu vermitteln, kann in seiner Achsenrichtung die letztere in der Mitte, rückwärts oder vorwärts treffen und gegen die Rohrachse senkrecht oder geneigt sein. Da die Entzündung nur allmälig geschieht, so ist der Entzündungspunkt der Patrone nicht ohne Einfluss auf die Ent-

zündungs- und Verbrennungsdauer derselben, somit auch mittelbar auf die Gasspannung, Anfangsgeschwindigkeit (Schussweite) und auf die Ausdauer des Rohres.

Im Allgemeinen stehen sich mit Bezug auf die Lage des Entzündungspunktes (Einmündung des Zündloches in das Patronenlager) zwei Meinungen entgegen, nach der einen soll das Zündloch über der Mitte der Patrone angebracht sein, da von diesem Punkte aus die Entzündungsflamme den ganzen Pulverkörper am schnellsten durchdringen kann. Gegen diese Stellung spricht jedoch der Umstand, dass bei dem gleich in den ersten Momenten der Verbrennung vorwärts bewegten Geschosse, die Gasspannung nächst demselben geringer wird als am Stossboden, sonach der letztere einen grösseren Druck erfährt als das Geschoss. Wird hingegen der zweiten Meinung entsprechend die Ladung nahe am Stossboden entzündet, so wird bei der ersten Bewegung des Geschosses auch gleichzeitig der ganze noch nicht verbrannte Theil des Pulverquantums mitgestossen, was im 1. Falle nicht eintritt, und die Gase entbinden sich daher stets nahe am Projektile, wornach hier gerade das entgegengesetzte Verhältniss der Spannung als vorhin statt hat. Das Geschoss erleidet nämlich den grössten und der Stossboden den geringsten relativen Druck. Uebrigens bleibt auch zu beachten, dass bei einem in der Mitte der Ladung angebrachten Zündloche immer ein Rest des Patronensackes im Rohre zurückbleibt und dadurch das Laden gefährlicher macht, und dass solche Zündlöcher schneller ausbrennen.

Nach dem Gesagten erscheint es am geeignetsten, die Ladung stets nahe an ihrem rückwärtigen Ende zu entzünden, damit einerseits die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses ein Maximum und anderseits die Rückstossgeschwindigkeit des Rohres ein Minimum werde. Ersteres begünstigt die Schussweite, letzteres die Schonung der Laffete. Dieser Ausspruch scheint um so gerechtfertigter, wenn man berücksichtigt, dass, wenn es auch durch Erfahrung dargethan wäre, dass durch das in der Mitte der Ladung angebrachte Zündloch eine bedeutende Vergrösserung der Schussweite hervorgehe, sich doch von dieser Stellung bei Geschützen kein Gebrauch machen liesse, weil bei denselben die Ladung nicht immer einerlei ist, sondern sich nach den zu erreichenden Zwecken richtet.

So will man z. B. aus Feldkanonen auch glühende Kugeln mit schwacher Ladung schiessen, aus dem Batteriegeschütze mit sehr schwachen Ladungen Rikoschetiren, bei Haubitzen und Mörsern je nach der zu erreichenden Distanz und dem Zwecke sehr verschiedene Ladungen anwenden etc.

Wäre nun das Zündloch in der Mitte der gewöhnlichen Ladung angebracht, so würden die sehr kleinen Ladungen gar nicht von der Raumnadel getroffen, und aufgestochen werden können. Aus dieser Ursache muss daher die Zündlochmitte so weit nach rückwärts gesetzt werden, dass auch die kleinste Patrone noch mit voller Sicherheit von der Raumnadel erreicht werde.

Es frägt sich jetzt nur noch, ob die Entzündung ganz am Ende oder etwas vor dem Ende, nämlich zwischen der Mitte und dem Ende der Ladung stattfinden soll. Da die Pulverladung vom Entzündungsorte nach beiden Richtungen, nämlich nach vor- und rückwärts verbrennt, so ist es klar, dass man den Entzündungspunkt vor dem Ende der Ladung wählen müsse, damit die Verbrennung beschleunigt werde. Es liegt nach dem

Gesagten auf der Hand, den Entzündungspunkt so zu wählen, dass die Schichte Pulver bis zum Seelenboden in jenem Zeitmomente verbrannt ist, in welchem das Geschoss die Bewegung nach vorwärts beginnt.

Versuche haben nun gezeigt, dass die Ladung dem Geschosse die grösste Anfangsgeswindigkeit ertheilt, wenn das Zündloch vom Seelenboden $^1/_6$ bis $^1/_5$ Kaliber absteht, und dass der Rückstoss am grössten wird, wenn die Ladung ungefähr im zweiten Drittel ihrer Länge vom Stossboden gegen die Mündung zu gerechnet entzündet wird.

Ist die Lage des Zündloches in Hinsicht des Entzündungspunktes bestimmt, so entsteht die Frage, ob das Zündloch senkrecht oder schief gegen die Rohrachse gestellt werden soll. — Die senkrechten Zündlöcher lassen sich leichter verschrauben, da die Lagerung solcher Rohre unter der Verschraubmaschine weniger Schwierigkeit darbietet, auch sind sie der Bedienungsmannschaft durch das Wegfliegen der Brandelhülse weniger als schiefe gefährlich; dagegen kann durch ein schiefgebohrtes Zündloch die Patrone auch noch in dem Falle sicher aufgestochen werden, wenn dieselbe durch irgend einen Umstand nicht ganz an den Stossboden angesetzt worden wäre, und überdies wird auch noch bei der schiefen Stellung eine grössere Bequemlichkeit und Sicherheit beim Abfeuern erlangt.

Dass aber schief gebohrte Zündlöcher weniger schnell als senkrecht gebohrte ausbrennen sollen, lässt sich nicht behaupten, da das Ausbrennen von unten anfängt und bei beiden Stellungen kein wesentlicher Unterschied der unteren Fläche des Zündloches stattfindet; im Gegentheile bietet die schiefe Stellung noch mehr spitzige Ecken als die senkrechte dar.

Bei der schiefen Stellung kann das Zündloch ohne Nachtheil weiter zurückgesetzt werden als bei der senkrechten, die Gefahr des Heraustreibens des Zündlochkernes oder Stollens wird geringer, der Bohrungsraum nimmt hinter dem Zündloche ab, weshalb auch die Gefahr des Zurückbleibens von Sacktheilen der Patrone vermindert wird.

Die Richtung der Zündlöcher ist bei den meisten Artillerien schief gegen die Rohrachse, und schliesst mit der letzteren einen Winkel von 78 bis 83 Grad ein. (Einige Artillerien geben dem Zündloche der Geschützrohre auch eine senkrechte Stellung gegen die Seellinie.)

In Bezug der Neigung der Zündlochachse gegen die Rohrachse zeigt die Erfahrung, dass ein Lagerungswinkel des Rohres bei Kanonen nahe an 81° noch am besten entspricht.

Nach der Richtung des Zündloches kommt noch der Durchmesser desselben in Betrachtung zu ziehen.

Der Durchmesser des Zündloches richtet sich im Wesentlichen nach der Abfeuerungs-Methode. Von den 3 gebräuchlichen Abfeuerungs-Methoden mit Schilfrohr-, Friktions- oder Perkussions- Brandeln, fordert die erste den grössten Durchmesser des Zündloches. Anderseits muss die in Anwendung kommende Abfeuerungs-Methode die Entzündung der Ladung sichern, daher einen genügend kräftigen Feuerstrahl gewähren. Ist der Durchmesser zu gross, so entweicht ein beträchtlicher Theil des Pulvergases ohne Nutzen, der für den Gebrauch und die Erhaltung des Geschützes so nachtheilige Druck auf die, dem Zündloche gegenüber liegende Bohrungswand ist bedeutend, und der Stoss auf die Richtmaschine wird vergrössert, — ist er zu klein, so ist die Entzündung

der Ladung zweifelhaft und die Reinigung (Visitirung) des Zündloches mittelst der Raumnadel, so wie das Einsetzen des Brandels schwierig. — Der Durchmesser des Zündloches ist im Allgemeinen $2\frac{1}{2}$ bis 3'''; in Oesterreich 3'''.

Die Geschützrohre der österreichischen Artillerie sind mit kupfernen Zündlochkernen verschraubt, und zwar aus der Ursache, weil die Erfahrung gezeigt hat, dass die in den kupfernen Kern gebohrten Zündlöcher weit weniger dem Ausbrennen ausgesetzt sind, als die blos durch das Geschützmetall gebohrten.

Die Zündlochkerne verzögern nicht allein das Ausbrennen der Zündlöcher, sie verlängern auch die Ausdauer der Rohre, indem sie gestatten, ein Rohr, dessen Zündloch ausgebrannt ist, durch Einschrauben eines neuen Kernes wieder brauchbar herzustellen. Sie haben nach der Metallstärke oben eine bestimmte Anzahl Gewinde, anschliessend einen cylindrischen Theil und enden unten konisch. Bei uns sind 2 Nummern nach der Grösse des Durchmessers und 3 mit den Buchstaben *A*, *B* und *C* bezeichnete Längengattungen nach der Grösse des Geschützes eingeführt. Die nähere Einrichtung der Zündlochkerne kommt beim Verschrauben der Geschützrohre vor.

§. 52. Das Zündloch der Kanonen. Bei Kanonen sind für die Stellung des Zündloches gegen die Patrone und Rohrachse, so wie den Durchmesser desselben, die oben gemachten Bemerkungen massgebend. Das obere Ende der Zündlochachse liegt bei den in Rede stehenden Geschützen hinter dem unteren Ende des Zündloches.

Die Zündlochachse ist bei den Batterie-Kanonen (System 1859) gegen die Rohrachse unter dem Winkel (Lagerungswinkel) von 81° geneigt.

(Bei älteren Kanonen-Rohren unter dem Winkel von 81 bis $81\frac{1}{2}$°.)

Bei Schiffskanonen ist oberhalb des Zündloches eine Schlossplatte angebracht, an welcher das Perkussionsschloss befestiget ist. (Siehe §. 55.)

Das Zündloch ist bei älteren Rohren der Landartillerie mit einer Muschel versehen, neue Rohre haben keine. Der Durchmesser des Zündloches ist 3'''.

§. 53. Das Zündloch der Haubitzen. In Betreff des Zündloches der Haubitzen gilt das oben Gesagte um so mehr, da hier der verschiedenen zu erreichenden Zwecke wegen, nothwendig grössere und kleinere Ladungen genommen werden müssen. Aus dieser Ursache wird das Zündloch am hinteren Ende der Kammer in gleicher Weise wie bei Kanonen angebracht.

Die Zündlochachse ist gegen die Rohrachse bei den Batterie-Haubitzen des Systems 1859 unter dem Winkel von 81° geneigt.

(Bei älteren Haubitz-Rohren unter dem Winkel von $78\frac{1}{2}$ bis $81\frac{1}{4}$°.)

Neue Haubitzrohre haben keine Zündlochmuschel. Der Durchmesser des Zündloches ist 3'''.

§. 54. Das Zündloch der Mörser. Hinsichtlich des Zündloches der Mörser wird sich auf das oben Gesagte bezogen, jedoch muss das obere Ende der Zündlochachse bei den Mörserrohren vor das untere Ende des Zündloches gelegt werden, um das Abfeuern zu erleichtern. (Beim weittreibenden Mörser findet dies nicht statt.) Die Zündlochachse ist gegen die Rohrachse bei den Möserrohren des Systems 1859 unter dem Winkel von 81° geneigt.

(Bei den Bombenmörsern älteren Systems unter dem Winkel von $82^2/_3{}^0$, — bei dem 30pfd. weittreibenden Mörser unter 81^0, — und beim Steinmörser unter 85^0.)

Neue Rohre haben keine Zündlochmuschel. — Der Durchmesser des Zündloches ist 3‴.

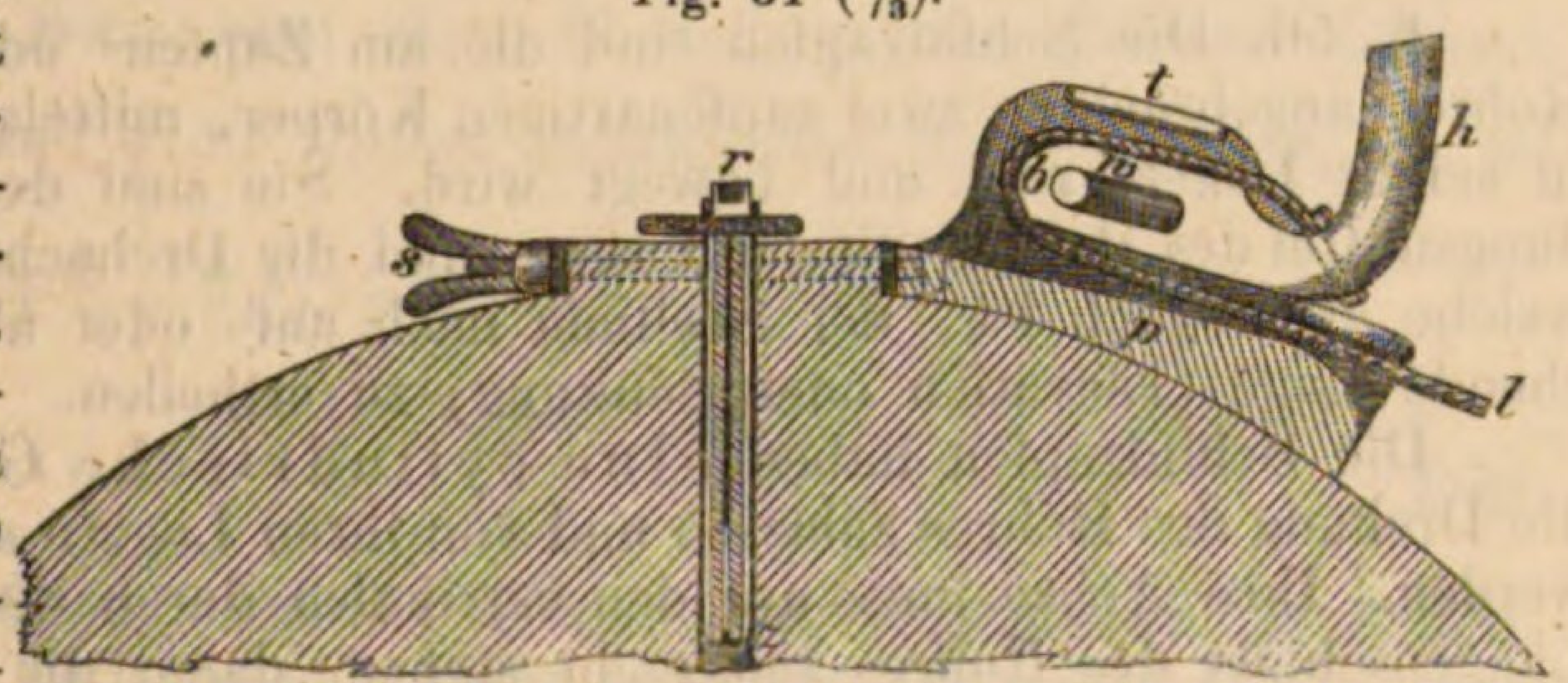
Einrichtungen am Rohre für die Abfeuerung.

§. 55. Für die zur Anwendung kommende Perkussions-Abfeuerung sind entweder oberhalb oder seitwärts des Zündloches Platten angegossen, oder es sind blos zum Anschrauben der Schlagvorrichtung die nöthigen Muttergewinde in das Rohr eingeschnitten.

Die Perkussionsvorrichtung ist mit dem Rohre der Geschütze unmittelbar verbunden. Die Verbindung beider Theile muss fest und unwandelbar sein, damit der schlagende Theil immer auf denselben Punkt auftrifft. — Der Mechanismus der Schlagvorrichtung muss ferner so beschaffen sein, dass die Bewegung der einzelnen Theile eine stetige sei, dass der schlagende Theil mit hinreichender Kraft auf der Schlagfläche auftrifft, dass die Bewegung nicht leicht durch zufällige Ursachen eintreten kann und dass sich die einzelnen Theile nicht zu bald abnützen.

Bei den Geschützrohren der verschiedenen Artillerien sind mannigfache Schlagvorrichtungen für die Perkussionsabfeuerung eingeführt. Dieselben bestehen der Hauptsache nach entweder aus einem dem Gewehrschlosse ähnlichen Mechanismus, welcher zur Seite des Zündloches an das Rohr angeschraubt wird, oder es bewegt sich wie bei der englischen Perkussionsvorrichtung für eiserne Geschütze, Fig. 51, der eiserne gekrümmte Hammer *h* um einen Bolzen *b* zwischen dem aufrecht stehenden Theile *t*, der mittelst zweier Schraubenbolzen *s* seitwärts des Zündloches befestigten metallenen Schlossplatte *p* durch den Zug an der Leine *l*.

Fig. 51 (1/3).



Legt man bei dieser Einrichtung den Hammer ganz zurück, und macht an der Leine einen kräftigen Zug, so wird ersterer durch eine hebelartige Wirkung der Leine nach vorwärts geschnellt, und übt mit seiner vordern Fläche den beabsichtigten Schlag auf das in den Zündlochkanal *z* eingesetzte Schlagröhrchen *r* aus.

Das längliche Bolzenloch *w* im Hammer gestattet, dass der letztere nach ausgeübtem Schlage vom Zündloche zurückweicht, und dadurch von der Reaktion des aus demselben entströmenden Pulvergases nichts zu leiden hat.

In ähnlicher Weise wirken jene Schlagvorrichtungen, deren Hammer bogenförmig (hufeisenförmig) gestaltet ist, und wo sich die Drehpunkte an den beiden Enden desselben befinden.

Die amerikanische Perkussionsvorrichtung unterscheidet sich von der in Fig. 51 dargestellten im Wesentlichen nur dadurch, dass das vordere

(Fig. 52.)



Ende des Hammers pistonartig zum Aufsetzen des Perkussionskapsels gestaltet ist. Das Perkussionsschloss der neuartigen glatten Kanonen des österr. Schiffgeschützes, Fig. 52, ist dem oben erwähnten, in der nordamerikanischen Marine eingeführten ähnlich. Es wird mittelst zweier Schrauben *s s* unveränderlich mit der Schlossplatte verbunden und besteht aus dem Gehäuse *G*, der Achse *a* und dem mit einem Schlitze (länglichen Achsloche) *l* versehenen Hammer *H*, welcher durch einen Zug mit der von *b* aus um die Rundung des Hammers und die Rolle *r* des Gehäuses geführten Schlossleine dergestalt in Bewegung gesetzt wird, dass dessen stählerner Kopf *K* mit angemessener Kraft gegen das Brandel im Zündloche schlägt, und hiedurch dessen Entzündung veranlasst.

Der am Hammer angebrachte Schlitz *l* gestattet ein Gleiten desselben an der Drehachse, und es wird so durch den Abzug der Hammer im Momente des Auffallens auf das Brandel gleichzeitig zurückgezogen, wornach er das Zündloch freilässt und keiner Beschädigung durch das aus letzterem strömende Gas unterworfen ist.

Die Friktionsabfeuerung bedarf keiner Vorrichtung am Rohre.

Für die Anwendung der Schilfrohrbrandeln war bei älteren Rohren, wie schon erwähnt, oberhalb des Zündloches die Zündlochmuschel angebracht.

Die Schildzapfen — Ruhezapfen.

§. 56. Die Schildzapfen sind die am Zapfen- oder Mittelstücke des Rohres angebrachten zwei zapfenartigen Körper, mittelst welcher das Rohr in seiner Laffete ruht und bewegt wird. Sie sind demnach das Verbindungsmittel des Rohres mit der Laffete und die Drehachse desselben, durch welche es möglich ist, der Seellinie nach auf- oder abwärts die entsprechende Lage (Elevation oder Senkung) zu ertheilen.

Die Schildzapfen haben eine cylindrische Gestalt, damit sie die Drehung des Rohres zulassen und von ihren Lagern allseitig umschlossen werden. Ihre Achse muss auf den vertikalen durch die Seellinie gehenden Längenschnitt des Rohres senkrecht stehen, damit die Seellinie beim horizontalen Geschützstande während der Ertheilung der Höhenrichtung sich in der Vertikalebene bewege und dann der Rückstoss während des Schusses in der durch die Länge der Laffete gelegten Mittelebene (Schussebene) wirksam werde, sich auf beide Lager der Laffete gleichmässig vertheile, und letztere nach dem Schusse nicht im Kreise verworfen werde.

Die Schildzapfen haben nicht nur die Last des Rohres zu tragen, sondern werden nach jedem Schusse mit einer dem Rohre gleichen Geschwindigkeit an die Zapfenlager gestossen und üben daselbst einen durch das Bewegungsvermögen des Rohres bedingten Stoss aus, der sich auf die Laffete verpflanzt und den Rücklauf des Geschützes bewirkt.

Würden die Schildzapfen nur das Gewicht des Rohres zu tragen haben, so liesse sich ihr Durchmesser auf sehr einfache Weise bestimmen; sie müssen jedoch hauptsächlich dem Stosse der Ladung widerstehen, wofür bisher noch keine allgemein giltigen Festigkeits-Formeln bekannt sind. Man muss deshalb suchen, zwischen diesem Durchmesser und dem erprobten Durchmesser der Schildzapfen eines bekannten Ge-

schützrohres eine Relation aufzustellen, aus welcher dann der noch unbekannte Durchmesser berechnet werden kann. Sind R und r die Halbmesser zweier Cylinder von gleichem Materiale, Q und q die Widerstände, durch welche sie vermöge ihrer relativen Festigkeit das Abbrechen verhindern, also die Belastungen, welche sie ohne Beschädigung ertragen können, L und l die Abstände der Bruchflächen von den Punkten, wo die Belastungen angebracht sind, so ist bekanntlich

$$Q : q = \frac{R^3}{L} : \frac{r^3}{l}$$

In dieser Proportion müssen die Grössen Q und q durch Grössen ersetzt werden, welche der grössten Stosswirkung des Rohres auf die Schildzapfen proportional sind. Sind zu diesem Zwecke V und v die Geschwindigkeiten, mit welchen die beiden Rohre frei als Pendel aufgehängt, durch die Wirkung des Schusses zurückgestossen werden, $V_{,}$ und $v_{,}$ die Geschwindigkeiten, mit welchen sie in ihren Laffeten liegend, mit diesen nach dem Schusse wirklich zurückspielen, M und m die Massen, P und p die Gewichte der beiden Rohre; so sind $V - V_{,}$ und $v - v_{,}$ die von den beiden Massen M und m beim Stosse an den Lagern der Laffeten erlittenen Geschwindigkeitsverluste, und

$$\tfrac{1}{2} M (V^2 - V_{,}^2),\ \tfrac{1}{2} m (v^2 - v_{,}^2)$$

die dazu verwendeten Arbeitsgrössen.

Diese Grössen sind offenbar jenen der Stosswirkung der Rohre auf die Schildzapfen proportional, und es muss deren Stärke darnach proportionirt werden. Setzt man statt M und m die gleichen Grössen $\frac{P}{g}$ und $\frac{p}{g}$, statt Q und q die soeben entwickelten Arbeitsgrössen, so ist

$$P(V^2 - V_{,}^2) : p(v^2 - v_{,}^2) = \frac{R^3}{L} : \frac{r^3}{l},$$

woraus
$$R = r \sqrt[3]{\frac{P(V^2 - V_{,}^2) L}{p (v^2 - v_{,}^2) l}}$$
folgt.

In dieser Gleichung bedeuten R und r die Halbmesser der Schildzapfen, L und l die Entfernungen der Rohrachsen von jenen Querschnittebenen, an welchen die Schildzapfen brechen würden.

Da man aber in der Praxis die Abmessungen der Schildzapfen für die grösstmöglichsten Stösse, also für den Fall, dass der Rücklauf des Geschützes ganz aufgehoben wird, bestimmen muss, so ergibt sich aus obiger Gleichung für diesen Fall, wenn nämlich $V_{,}$ und $v_{,}$ gleich Null gesetzt werden,

$$R = r \sqrt[3]{\frac{P L V^2}{p\, l\, v^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{I.}$$

Sind die Grössen V und v nicht bekannt, so kann man sie auf nachstehende Weise annähernd berechnen. Bezeichnet V_0 die Anfangsgeschwindigkeit und P_0 das Gewicht des Geschosses, C das Gewicht der Ladung, D den Durchmesser der Bohrung und $D_{,}$ jenen des Geschosses, so ist $P_0 V_0 + \tfrac{1}{2} C V_0$ die Bewegungsgrösse von Geschoss und Ladung, und $P V$ die Bewegungsgrösse des Rohres. Würde kein Spielraum vorhanden sein, so wären beide Grössen einander gleich; allein wegen $D > D_{,}$

ist der Druck der Pulvergase auf den Stossboden grösser als auf den Boden des Geschosses, und zwar im Verhältnisse von $\frac{1}{4}\pi D^2 : \frac{1}{4}\pi D_,^2$.

Multiplicirt man daher die Bewegungsgrösse des Geschosses mit dieser Verhältnisszahl, um die Bewegungsgrössen gleich zu machen, so ist dann

$$P V = \frac{D^2}{D_,^2} P_0 V_0 + \frac{1}{2} C V_0,$$

und daraus

$$V = \frac{V_0}{P}\left(\frac{D^2}{D_,^2} P_0 + \frac{1}{2} C\right).$$

Auf gleiche Weise erhält man für das zweite Rohr:

$$v = \frac{v_0}{p}\left(\frac{d^2}{d_,^2} p_0 + \frac{1}{2} c\right).$$

Nach A. Burg*) ist die Wirkung W oder die Arbeit einer Kraft zur Ausdehuung, Zusammendrückung oder Biegung eines cylindrischen Körpers

$$W = \frac{1}{24} \frac{m'^2}{M} V.$$

In dieser Formel bezeichnet m' die auf 1 Quadratzoll bezogene stärkste Spannung, welche in dem Cylinder vorkommt (d. i. den Brechungs-Koefficienten), M den Elasticitätsmodul, V das Volumen des Cylinders $= \pi R^2 L$, wenn R den Halbmesser und L die Länge desselben bedeutet.

Nach dieser Formel hat man somit für zwei Rohre von gleicher Materie:

$$W : w = V : v, \text{ oder } W_, : w = R^2 L : r^2 l.$$

Ersetzt man in der letzten Proportion die Wirkungen der Arbeiten wieder, wie oben durch $P(V^2 - V_,^2)$ und $p(v^2 - v_,^2)$ so ist:

$$P(V^2 - V_,^2) : p(v^2 - v_,^2) = R^2 L : r^2 l,$$

und daher

$$R = r\sqrt{\frac{P(V^2 - V_,^2)\, l}{p(v^2 - v_,^2)\, L}}.$$

Für $V_, = o$ und $v_, = o$ ist $R = r\sqrt{\frac{P V^2 l}{p v^2 L}}$ II.

Man sieht, dass diese Gleichung mit der unter I entwickelten nicht übereinstimmt, daher sie auch zur Berechnung der Schildzapfendicke um so weniger angewendet werden kann, als voraussichtlich bei einem grösseren Abstande L der Bruchflächen von der Bohrungsachse unter gleichen Verhältnissen der Bruch leichter erfolgen würde; weshalb auch der Halbmesser R mit dem Werthe von L grösser werden müsste.

§. 57. Die Mechanik lehrt, dass ein Balken, welcher an beiden Enden festgehalten und in der Mitte belastet wird, achtmal mehr Widerstand gegen das Zerbrechen leistet, als ein Balken, der nur an einem Ende festgehalten und am andern belastet ist. Berücksichtigt man bei der Bestimmung der Schildzapfendicke diesen Lehrsatz, und bezeichnet man mit q den grössten Druck der Pulvergase auf die Flächeneinheit des Bohrungsquerschnittes, mit r und R die Halbmesser der Bohrung und der Schildzapfen, mit $2\,L$ die Zwischenweite der Angussscheiben oder die Entfernung der an den Schildzapfen bei hinlänglicher Kraft sich ergeben-

*) Supplement-Band zum Compendium der populären Mechanik und Maschinenlehre. — Wien 1850, pag. 133.

den Bruchflächen, mit $m_{,}$ den Brechungs-Koefficienten oder den Koefficienten der relativen Festigkeit des Geschützmetalles; so ergibt sich der Widerstand der Schildzapfen, da jener eines runden, an einem Ende belasteten Balkens $= \frac{1}{4}\, m_{,}\, \pi \frac{R^3}{2\,L}$ ist, zu $Q = \frac{m_{,}\, \pi\, R^3}{L}$.

Der Druck der Pulvergase auf den Boden der Bohrung ist wieder wie früher: $Q_{,} = \pi\, r^2\, q$.

Soll das Abbrechen der Schildzapfen durch die Kraft Q gerade noch eintreten, so muss $Q = Q_{,}$ oder $\frac{m_{,}\, \pi\, R^3}{L} = \pi\, r^2\, q$ sein,

woraus $R = \sqrt[3]{\frac{r^2\, q\, L}{m_{,}}}$ folgt.

Da man jedoch das Abbrechen der Schildzapfen mit Sicherheit und auf die Dauer verhindern will, so muss man auch hier statt des ganzen Werthes von $m_{,}$ blos $\frac{1}{3}\, m_{,}$ in Rechnung bringen. Geschieht dies, so ergibt sich der Schildzapfen-Halbmesser $R = \sqrt[3]{\frac{3\, r^2\, q\, L}{m_{,}}}$ III.

Setzt man beispielsweise L $= 3\, r$, $q = 16575$ Pfd., und $m_{,}$ für ein bronzenes Geschütz-Rohr $= 112000$ Pfd., so ist $R = r\, \sqrt[3]{\frac{9\, q}{m_{,}}} = 1{\cdot}1\, r$.

Stellt man sich jedoch vor, dass die Schildzapfen dort, wo die Unterstützung derselben durch die Lager der Laffeten aufhört, beiderseits durch eine hinlängliche Kraft abgerissen werden, so erhält man, wenn m der Koefficient der absoluten Festigkeit ist, bei der letzt gewählten Bezeichnung $2\, m\, \pi\, R^2$ als den Widerstand der Bruchflächen beider Schildzapfen, folglich bei eben eintretendem Bruche die Gleichung

$Q = \pi\, r^2\, q = 2\, m\, \pi\, R^2$; woraus sich $R = r\, \sqrt{\frac{q}{2\, m}}$ ergibt. Soll der Bruch mit Sicherheit verhindert werden, so ist wieder statt m nur $\frac{1}{3}\, m$ zu setzen, und man erhält in diesem Falle $R = r\, \sqrt{\frac{3\, q}{2\, m}}$ IV.

Setzt man auch hier wieder beispielsweise $q = 16575$, und für ein bronzenes Geschütz-Rohr $m = 36000$ Pfd., so ergibt sich der Schildzapfen-Halbmesser $R = 0{\cdot}831\, r$.

Aus den Formeln III und IV ist zu entnehmen, dass bei ähnlich konstruirten und geladenen Rohren von gleichem Erzeugungs-Materiale die Schildzapfen-Durchmesser den Kalibern der Bohrungen proportional sind, da bei diesen Rohren nicht nur $m_{,}$ sondern auch q als konstant angesehen werden kann.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass es für bronzene Rohre genügt, den Durchmesser der Schildzapfen 1 Kaliber $= 2\, r$ stark zu machen, was auch in der Praxis fast überall befolgt wird. Die gusseisernen Geschütze erhalten gewöhnlich etwas stärkere Schildzapfen als bronzene, und zwar in dem Verhältnisse von 1·15 : 1.

Die Schildzapfen sollen mit ihrer ganzen Länge die Lager der Laffete gehörig ausfüllen. Ihre Länge hat auf das Abbrechen keinen

Einfluss, daher dieselbe auch in den entwickelten Formeln für die Berechnung des Halbmessers nicht vorkommt. Die Schildzapfen werden gewöhnlich so lang gemacht, als die Laffetenwände in der Gegend der Lager dick sind, damit die möglichst grösste Berührungsfläche erzielt, und dadurch der Stoss besser vertheilt werde.

Die Angussscheiben (auf welche wir im Folgenden nochmals zurückkommen), welche einen grössern Durchmesser als die Zapfen haben, machen die Verbindung der letzteren mit der Rohroberfläche widerstandsfähiger. (Bei den schmiedeisernen Rohren pflegt man die Schildzapfen an einem starken Ringe anzubringen, und diesen auf den Rohrkörper aufzuzwängen oder einlaufen zu lassen, oder auch auf andere Weise mit demselben zu verbinden, weil das Schmieden derselben aus einem Stücke mit dem Rohrkörper vielen Schwierigkeiten unterworfen ist und die genannte Verbindungsweise besonders bei kleineren Kalibern genügende Haltbarkeit zeigt.)

§. 58. Ausser den Abmessungen der Schildzapfen, ist der Ort von Wichtigkeit, an welchem dieselben am Rohre anzubringen sind.

Der Ort, wo die Schildzapfen am Rohrkörper angebracht werden sollen, hängt aber ganz wesentlich von der Lage des Schwerpunktes und von der Grösse der Hinterwucht des Rohres ab, wesshalb hier vorangehend die nöthigen Bemerkungen über letztere folgen.

Ausser der Aufliegefläche der Schildzapfen in ihren zwei Lagern, welche gewissermassen zwei Stützpunkte abgeben, bedarf das Rohr zu seiner stabilen Lage noch eines dritten Stützpunktes in der Laffete, weil es sonst bei jeder Bewegung auf und nieder schwanken würde. Dieser dritte Stützpunkt befindet sich (ausser bei Mörserrohren und jenen Rohren, wo die Traube mit der Richtmaschine verbunden ist) an dem untern Theile des Bodenstückes. Damit eine feste und unwandelbare Lage erzielt werde, soll das Rohr auf dem dritten Stützpunkte mit einem aliquoten Theile seines Gewichtes aufliegen; es wird daher der Schwerpunkt desselben stets zwischen diesen drei Stützpunkten liegen müssen. Der dritte Stützpunkt wird in allen Fällen durch die Richtvorrichtung — Richtmaschine — geboten. Nur bei Mörserrohren, bei welchen die Schildzapfen am Bodenstücke angebracht sind und die damit in einem Blocke — Schleife — liegen, befindet sich die Richtmaschine, also auch der Stützpunkt, am Mittel- oder Vorderstücke. Der Theil des Gewichtes, mit welchem das Rohr auf die Richtmaschine drückt, heisst Hinterwucht, bei Mörsern jedoch Vorderwucht. Der Schwerpunkt des Rohres, von dessen Lage die Hinterwucht abhängt, muss um eine bestimmte Grösse von der Schildzapfenachse abstehen, damit nicht nur das Rohr während der Bewegung des Geschützes eine feste Lage einnehme, sondern auch jedes Bücken oder Steigen des Kopfes beim Schusse, sei dies durch Anschläge des Geschosses an die Bohrungswände oder durch andere Ursachen entstanden, möglichst vermieden werde. Durch die Entfernung des Schwerpunktes von der Schildzapfenachse werden aber auch die Schildzapfen und die Laffete nicht so sehr durch den Stoss der Pulverkraft in Anspruch genommen, als wenn dieser Punkt in der genannten Achse läge. Es wird daher auch das den Schildzapfen zunächst liegende Metall an der empfindlichsten und gefährlichsten Stelle entsprechend geschont werden.

Durch die zweckmässige Lage des Rohrschwerpunktes oder durch eine entsprechende Hinterwucht ist man demnach im Stande, die gefährlichen Stösse über eine, durch den dritten Stützpunkt gebotene, vergrösserte Fläche zu

vertheilen, und die Rückwirkung des Rohres auf die Laffete während des Schusses abzuschwächen. Denn so genau auch die Schildzapfen in ihre Lager eingepasst werden, immer wird sich ein gewisser Spielraum in letzteren ergeben. Das Rohr muss nach dem Schusse, bevor es seinen vollen Rückstoss gegen die Wände der Schildzapfenlager ausübt, erst um den Betrag des halben Spielraumes in den Lagern zurückgewichen sein. Das Zurückweichen wird aber umsomehr erschwert, je stärker das Rohr auf dem dritten Stützpunkte oder auf der Richtmaschine lastet, je grösser mithin die Reibung auf derselben ist. Erst nach dem Zurückweichen des Rohres um den genannten Betrag des Spielraumes wird der Rückstoss seine Wirkung gegen die Laffete auf alle drei Stützpunkte des Rohres den Belastungsverhältnissen entsprechend vertheilen. Je grösser die Hinterwucht ist, desto mehr werden die Schildzapfen und deren Lager geschont, desto mehr nimmt die Haltbarkeit des Rohres in der Gegend der Schildzapfen zu, desto stärker muss aber auch die Richtmaschine gebaut werden. Endlich wird von der Hinterwucht auch das Hineinreichen der Kanonen in die Scharten oder das Hinausreichen derselben aus den Stückpforten auf Schiffen wesentlich abhängen; denn unter gleichen Umständen müssten bei grösserer Hinterwucht die Schildzapfen weiter vorgesetzt, daher ihr Abstand von der Mündung oder die Tiefe des Hineinreichens der letzteren in die Scharte vermindert werden. (Wir kommen in dem Abschnitte — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Schonung des Gestelles und der sonstigen Beziehungen zu demselben," nochmals auf die Hinterwucht und den Schwerpunkt des Rohres zurück.)

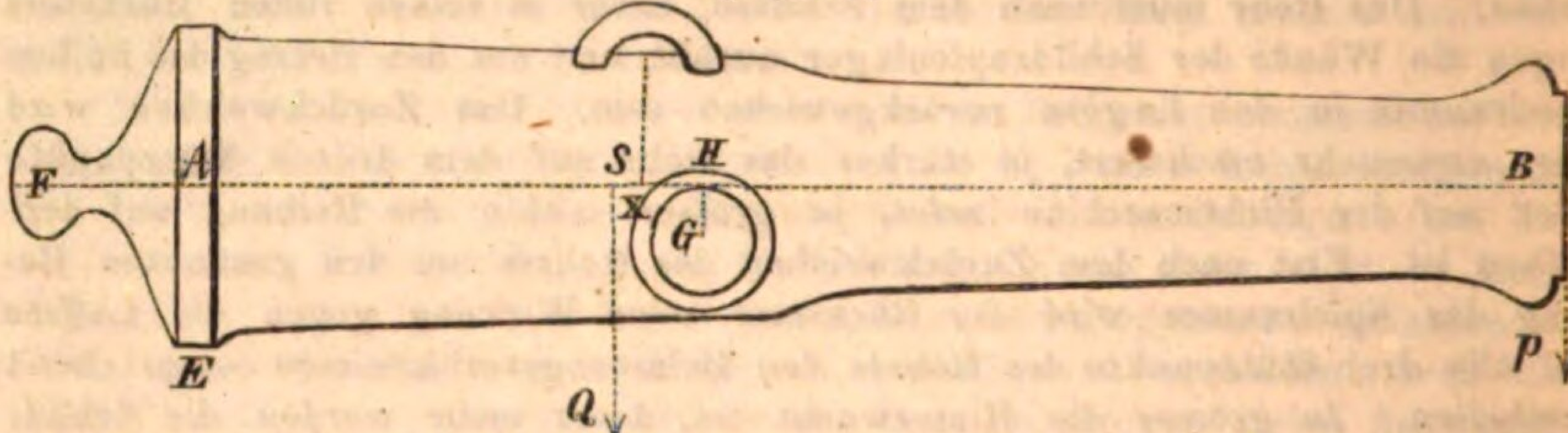
Der Ort, wo die Schildzapfen am Rohrkörper angebracht werden sollen, wird daher zunächst von der Lage des Schwerpunktes und von der Grösse der Hinterwucht abhängen. Der Punkt, in welchem eine durch die Rohrachse gedachte Ebene die Schildzapfenachse senkrecht durchschneidet, heisst der Lagerpunkt. Dieser Punkt kann entweder in der Rohrachse oder unter derselben, bei Kanonen und Haubitzen aber niemals ober derselben liegen, weil durch diese Lage nach jedem Schusse ein starkes Bücken des Rohres eintreten würde, welches nicht nur den Rücklauf des Geschützes vermehren, sondern auch die Richtmaschine durch das heftige Aufschlagen des zurückfallenden Bodenstückes beschädigen oder bald zerstören würde. Am natürlichsten wäre es, den Lagerpunkt in der Rohrachse anzunehmen; allein Versuche mit glatten Rohren und Rundgeschossen zeigten, dass die Rohre selbst bei grosser Hinterwucht ebenso viel und noch mehr als bei versenktem Lagerpunkte sich bückten. Das Bücken zeigte sich nämlich bei einer Hinterwucht, die mehr als $^1/_{12}$ des Rohrgewichtes betrug, in einem Erheben des Bodenstückes bis zu 0·6″. Legt man den Lagerpunkt unter die Rohrachse, versenkt man demnach die Schildzapfenachse unter dieselbe, so ist es möglich, den Rohren eine etwas grössere Erhöhung und Senkung zu geben, als bei der Lagerung in der Rohrachse, ohne die Laffetenwände höher, oder die Räder grösser zu machen.

Die Hinterwucht pflegt man in Theilen des Rohrgewichtes anzugeben; sie ist in diesem Falle stets ein echter Bruch; bezeichnet man denselben mit n und das Rohrgewicht mit Q, so ist die Grösse der Hinterwucht $n\,Q$.

Ist einmal die Hinterwucht festgesetzt, so lässt sich der Abstand der Schildzapfenachse vom Schwerpunkte des Rohres durch Rechnung finden. Sei zu diesem Zwecke $n\,Q$ die Hinterwucht oder der Druck des

Rohres auf die Richtmaschine bei horizontaler Lage der Seellinie, $a = HS$, Fig. 53, der Abstand der Schildzapfenachse von der durch den Schwer-

(Fig. 53.)



punkt S gelegten und auf der Rohrachse AB senkrecht gedachten Ebene, $b = AS$ der Abstand des dritten Stützpunktes E oder des Aufliegepunktes an der Richtmaschine von dieser Ebene; so ist vermöge der stattfindenden Hebelwirkung $a\,Q = (a + b)\,n\,Q$, also: $a = \frac{n\,b}{1 - n}$. . . I.

Will man den Abstand der Schildzapfenachse, oder vielmehr den Abstand der durch diese gehenden und auf der Rohrachse senkrecht stehenden Ebene von dem dritten Aufliegepunkte wissen, so ist dieser Abstand $l = AH = AS + HS = a + b$ und daher:

$$l = \frac{b}{1 - n} = \frac{a}{n}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{II.}$$

§. 59. Da die Vermehrung der Hinterwucht durch die Herabsetzung des Lagerpunktes unter die Rohrachse bei eintretender Elevation nur unbedeutend ist, so ist es auch bezüglich des grösseren oder geringeren Druckes auf die Richtmaschine ziemlich gleichgiltig, ob der Lagerpunkt unter, in oder über der Rohrachse liege; allein durch eine grosse Herabsetzung werden besonders bei kurzen Rohren die schädlichen Einwirkungen der Stösse auf die Richtmaschine vermehrt, wesshalb die Herabsetzung im Allgemeinen nur gering sein darf, was vorzüglich bei kurzen Rohren zu beobachten ist.

Denn bezeichnet M die Masse des Rohres, V dessen Rücklaufgeschwindigkeit, h die Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse, l den Abstand der ersten Achse vom rückwärtigen Ende des Stossbodens; so ist $M\,V^2\,h$ das Moment der Stosskraft auf die Richtmaschine oder die Grösse des Umschwunges um die Schildzapfen gegen die Unterstützungsfläche der Richtmaschine. Je tiefer man die Schildzapfenachse unter die Rohrachse versenkt, desto grösser ist der Hebelsarm h, desto grösser die Wirkung des Umschwunges oder des Stosses auf die Richtmaschine, um dieselbe gleichsam zu zertrümmern, desto grösser auch die Reaktion derselben, also desto grösser das Bücken, oder der Aufsprung des Bodenstückes von der Richtvorrichtung. Wie schon bemerkt wurde, besteht das wirksamste Mittel, die Intensität der Stösse auf die Richtmaschine abzuschwächen, darin, dass man dem Rohre eine entsprechende Hinterwucht gibt. Sei daher $n\,M$ die Grösse der Hinterwucht, w die Winkelgeschwindigkeit des Umschwunges, und l der Abstand der Schildzapfenachse vom Umschwingungspunkte; so kann die Intensität des durch den Umschwung bewirkten Stosses durch $n\,M\,(w\,l)^2$, und das Bewegungsvermögen durch $n\,M\,(w\,l)$ ausgedrückt werden. Dieses Bewegungsvermögen ist eine von

der Pulverkraft abhängige Grösse, und ist bei demselben Rohrgewichte und gleicher Ladung konstant. Wird daher n vermehrt, so muss in demselben Verhältnisse $w\,l$ abnehmen, und daher auch in demselben Verhältnisse die Intensität des Stosses $n\,M\,(w\,l)^2$ geringer werden. Macht man beispielsweise die Hinterwucht αmal so gross als n, also $= \alpha\,n$, so wird $w\,l$ nur $\frac{w\,l}{\alpha}$, und die Intensität des Stosses $n\,M\,(w\,l)^2$ auch nur $\frac{n\,M\,(w\,l)^2}{\alpha}$ werden.

Wenn man daher bei herabgesetzten Schildzapfen die Hinterwucht vermehrt, so nimmt die Umschwungs-Geschwindigkeit des Rohres und die Intensität des dadurch entstehenden Stosses in demselben Masse ab.

Wird bei einem und demselben Rohre der Punkt, wo die Richtmaschine das Bodenstück unterstützt, weiter von der Schildzapfenachse nach rückwärts gerückt, so wird dadurch die Hinterwucht vermindert, und die Intensität der Stösse auf die Richtmaschine verstärkt werden.

Denn es sei der Abstand, der früher l war, $l_{,}$ so ist dann die Hinterwucht $\frac{n\,l}{l_{,}}M$, und die Drehungsgeschwindigkeit des Bodenstückes $\frac{l_{,}w}{l}$. Sind W und $W_{,}$ die Wirkungen des Stosses, so hat man im ersten Falle: $W = n\,M\,w^2\,l^2$, im zweiten $W_{,} = \frac{n\,l}{l_{,}}\,M\,w^2\,l_{,}^2$; also: $W : W_{,} = l : l_{,}$; d. h. die Wirkungen auf die Richtmaschine verhalten sich unter solchen Umständen gerade so wie die Entfernungen der Unterstützungspunkte von den Schildzapfen.

Haben zwei Rohre gleichen Kaliber, gleiche Ladung und gleiche Hinterwucht, sind aber die Abstände der durch die Richtmaschinen gebotenen Unterstützungspunkte von den Schildzapfen verschieden, so verhalten sich die Wirkungen der Stösse auf die Richtvorrichtung verkehrt wie die Quadrate dieser Abstände.

Denn sind die Winkelgeschwindigkeiten des Umschwunges w und $w_{,}$ so ist wegen

$$w\,l : w_{,}\,l_{,} = l_{,} : l \qquad w_{,} = \frac{w\,l^2}{l_{,}^2},$$

und daher

$$W = n\,M\,w^2\,l^2 \text{ und } W_{,} = n\,M\,\frac{w^2\,l^4\,l_{,}^2}{l_{,}^4},$$

also:

$$W : W_{,} = l_{,}^2 : l^2.$$

Um die Stösse auf die Richtmaschine, welche durch eine grosse Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse vermehrt werden, weniger schädlich zu machen, muss die Hinterwucht nach der Grösse dieser Herabsetzung entsprechend vermehrt werden.

§. 60. Fasst man das im Vorhergehenden Gesagte — in soweit es sich unmittelbar auf die Schildzapfen bezieht — kurz zusammen, so ergibt sich: Die cylindrischen Schildzapfen sollen die gleichartig geformten Lager des Gestelles vollkommen ausfüllen, und die Drehung des Geschützrohres in seinem Gestelle um dieselben, wie um eine Achse, ermöglichen. Da es für die Genauigkeit des Richtens nothwendig ist, dass sich die Seellinie des Rohres bei der Erhöhung oder Senkung des letzteren stets in

einer vertikalen Ebene bewege, so muss beim Geschütze die Achse beider Schildzapfen übereinfallen, senkrecht auf der Seellinie des Rohres stehen, und horizontal liegen.

Die zwei ersten Bedingungen werden durch die Konstruktion des Rohres, die letzte durch die Einrichtung des Gestelles und durch die entsprechende Auswahl oder Herrichtung des Geschützstandes bewirkt. Rücksichtlich der Lage der Schildzapfenachse in, über oder unter der Seellinie und ihrer Entfernung von der Mündung sind folgende Erwägungen massgebend. Durchschneidet die Schildzapfenachse die Seellinie, so geht die Mittelrichtung der rückwirkenden Pulverkraft durch die Schildzapfenachse, es wird nach dem Schusse keine Drehung des Rohres hervorgerufen, die Unterlage, auf welcher das Rohr mit seinem hintern Theile ruhet, hat aus diesem Anlasse keinen Druck oder Stoss zu erleiden und die Bewegung nach auf- oder abwärts wird weniger durch das Rohr beeinflusst. Das Rohr liegt dagegen tiefer in seinem Gestelle, und man ist in der Senkung desselben beschränkter, als wenn sich die Schildzapfenachse unterhalb der Seellinie befindet.

Liegt die Schildzapfenachse unter oder über der Rohrachse, so entsteht nach jedem Schusse das Streben einer Drehung des Rohres um seine Schildzapfenachse und es leidet somit bei dieser Einrichtung die Unterlage entweder durch den Druck, oder durch den Rückfall des gehobenen Hintertheils des Rohres.

Befindet sich die Schildzapfenachse insbesondere oberhalb der Seellinie, so liegt das Rohr noch tiefer als in dem zuerst betrachteten Falle in dem Gestelle, und seine Bewegung in diesem ist noch beschränkter. Das Gegentheil findet bei der Lage der Schildzapfenachse unter der Seellinie statt.

§. 61. Die Abwägung der Vor- und Nachtheile, welche durch die verschiedene Stellung der Schildzapfenachse gegen die Seellinie und hinsichtlich einer angemessenen Hinterwucht entstehen, hat dahin geführt, dass man bei der Mehrzahl der Geschützrohre die Schildzapfenachse unter die Seellinie herabsetzt und vorwärts des Schwerpunktes legt; dabei wird jedoch die Schildzapfenachse selten mehr als 0·5 Kaliber unter die Seellinie des Rohres herabgesetzt.

Die Stärke oder der Durchmesser der Schildzapfen muss so beschaffen sein, dass durch den Stoss der Pulverkraft keine Trennung derselben von dem Rohre zu besorgen ist. Die Erfahrung hat gezeigt, dass es für bronzene Rohre genügt, den Durchmesser der Schildzapfen 1 Kaliber $= 2r$ stark zu machen.

Eiserne Rohre erfordern stärkere Schildzapfen als bronzene, da die Kohäsion des Erzeugungsmaterials bei ersteren geringer ist, als bei letzteren. (Das hier eingehaltene Verhältniss ist gewöhnlich 1·15 : 1.)

Die Länge der Schildzapfen richtet sich nach der Breite der Schildzapfenlager in den Gestellen.

§. 62. Die Schildzapfen der Kanonen. Für die Stellung, Stärke und Länge der Schildzapfen der Kanonen sind die im Allgemeinen angegebenen Grundsätze massgebend. Der Einfluss der Stellung der Schildzapfen auf die Elevations- und Senkungswinkel des Rohres ist hier bedeutend, so dass auch ein nur geringes Herabrücken der Schildzapfenachse unter die Rohrachse diese Winkel beträchtlich vergrössert.

So ist beispielsweise bei der normalen Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse diese Vergrösserung beim Feld-12-Pfd. schon 4° 50′.

Ist es daher wegen der gebotenen Laffeteneinrichtung nicht möglich, hinreichend grosse Senkungswinkel zu geben, so kann man durch eine angemessene Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse diesen Anstand beheben.

(Dieser Anstand kann sich vorzugsweise bei den Armirungs-Geschützen hochgelegener Thürme, Bergforts oder Blockhäuser ergeben.)

Dabei muss man sich jedoch wohl hüten, die Herabsetzung der Schildzapfenachse zu weit zu treiben, indem, wie schon erwähnt, einerseits das Rohr in diesem Falle nach dem Schusse eine drehende Bewegung um die Schildzapfenachse erhält und dadurch einen nicht unbedeutenden Stoss auf die Richtmaschine ausübt — anderseits aber auch unter Umständen die Laffetenräder um so viel verkleinert werden müssen, als die Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Seellinie des Rohres beträgt. Die Länge der Schildzapfen ist der Stärke der Laffetenwände gleich. — Was den Durchmesser derselben betrifft, so hat die Erfahrung gezeigt, dass derselbe selbst bis zu $^1/_2$ kugelschweren Ladungen bei bronzenen Kanonenrohren dem Kugeldurchmesser gleich gemacht werden könne; — eiserne Rohre fordern, wie schon bemerkt, einen etwas grösseren Durchmesser der Schildzapfen.

(Aeltere Karronaden-Rohre der Marine haben statt der Schildzapfen, Schildbolzen, worauf wir im Folgenden bei der Betrachtung der Geschützgattungen nach ihrer Konstruktion zurückkommen.)

Der Durchmesser der Schildzapfen und ihre Herabsetzung unter die Rohrachse ist aus den im §. 42 eingeschalteten Tafeln 1 und 2 zu entnehmen.

§. 63. Die Schildzapfen der Haubitzen. Die Lage und die Abmessungen der Schildzapfen richten sich bei den Haubitzen, ebenso wie bei den Kanonen, nach den oben angegebenen Grundsätzen.

Der Durchmesser und die Herabsetzung der Schildzapfen ist aus §. 42, Tafel 1 und 2, zu entnehmen.

§. 64. Die Schildzapfen der Mörser. Die Schildzapfen werden bei den Mörsern am Ende des Kammerstückes, u. z. aus der Ursache angebracht, damit der Mörser mittelst einer grossen Vorderwucht auf der Richtmaschine aufliege, nach dem Schusse durch die Reaktion derselben nicht aufwärts geworfen werde und beim Niederfallen die Richtmaschine nicht beschädige.

Bei einigen Artillerien (russische, schwedische etc.), wo einzelne Mörserrohre eine beträchtliche Länge haben oder die Schildpfannen bedeutend über der Schleife erhoben sind, müssen die Schildzapfen so weit hinaufgesetzt werden, damit man bei der vertikalen Stellung des Mörsers die Bombe noch ohne viele Beschwerlichkeit einsetzen könne. In diesem Falle wird auch manchmal die Schildzapfenachse über der Bohrungsachse (Seellinie) angebracht, um durch diese Stellung wieder das an der Vorderwucht zu gewinnen, was durch die vorwärts gesetzten Schildzapfen verloren geht.

In der österreichischen Artillerie schneidet die untere Fläche des Angussscheiben-Cylinders mit jener des Kammerstückes ab, und die Achse der Schildzapfen liegt in der Achse des Rohres.

Der Durchmesser der Schildzapfen und die Herabsetzung derselben ist aus der 1. und 2. Tafel, §. 42, zu entnehmen.

Die Angussscheiben.

§. 65. Damit das Hin- und Herschieben des Rohres zwischen den Laffetenwänden verhindert werde, bringt man zwischen dem Rohrkörper und den Schildzapfen die Angussscheiben an, welche eine cylindrische Gestalt und einen grösseren Durchmesser als die Zapfen haben und die Verbindung der letzteren mit der Rohroberfläche widerstandsfähiger machen. Die Entfernung ihrer äusseren Flächen, die Angussweite, bestimmt sich nach der Zwischenweite der Gestellwände in der Art, dass nur ein geringer Spielraum (nahe 1''') zwischen beiden stattfinden darf.

Die Angussweite der Geschütze mit glatter Bohrung ist aus Tafel 1 und 2, §. 42, zu entnehmen.

Die Henkel.

§. 66. Auf dem Mittelstücke des Rohres sind zur leichteren Handhabung desselben ein oder zwei ring- oder hakenförmige Henkel in einer solchen Stellung angebracht, dass das Rohr, wenn es mittelst Tauen daran frei schwebt, in den meisten Fällen (Mörserrohre ausgenommen) eine horizontale Lage annimmt. Bei Kanonen und Haubitzen (welche, mit den unten angegebenen Ausnahmen, mit zwei Henkeln versehen werden) sind dieselben über dem Schwerpunkte des Rohres angebracht. Die Henkel dienen vorzugsweise zum Ein- und Ausheben der Rohre in und aus den Laffeten.

Schiffgeschützrohre haben keine Henkel, theils wegen des an diesem Orte angebrachten Mittelvisirs, theils auch weil dieselben wegen der eigenthümlichen Handhabung dieser Geschütz-Rohre entbehrlich erscheinen.

Die Gebirgshaubitzen haben ebenfalls keine Henkel, weil diese Rohre ohnedies, ihres geringeren Gewichtes wegen, leicht zu handhaben sind.

Mörserrohre haben nur einen Henkel, an welchem sie frei schwebend eine geneigte Lage gegen den Horizont annehmen, das heisst es ist der Henkel dieser Rohre bei horizontaler Rohrachse nicht über dem Schwerpunkte des Rohres angebracht, wie dies bei den zwei Henkeln der Kanonen und Haubitzen der Fall ist, sondern vor demselben.

Was die Auseinandersetzung der Henkel bei Kanonen und Haubitzen betrifft, so ist dieselbe dadurch bedingt, dass die Henkel das Richten des Rohres nicht hindern dürfen.

Die Stärke der Henkel richtet sich nach der Festigkeit des Materials und nach dem Gewichte des Rohres.

Die Oeffnung zwischen den Henkeln und der Rohroberfläche soll bei kleineren Kalibern das Durchziehen eines Taues, bei grösseren aber das Durchstecken eines gewöhnlichen Hebbaumes gestatten.

Die Form der Henkel ist bei allen Rohren ein kreisförmig gebogener Cylinder mit elliptischen Grundflächen, der bei seinen beiden Aufliegepunkten am stärksten, in seinem höchsten Punkte am schwächsten im Metalle ist.

Die Traube.

§. 67. Mit Ausnahme der Mörserrohre schliesst sich an das Bodenstück des Rohres noch eine Metallverstärkung in der Gestalt eines ab-

gekürzten Kegels (von grosser Basis und geringer Höhe) und daran der Traubenhals mit der Traube an, welch' letztere die Form einer zusammengedrückten Kugel hat. (Ihr Name rührt von der Traubenform her, welche man ihr im Früheren zu geben pflegte.) Die Traube in Verbindung mit dem Traubenhalse ist bei der Handhabung des Rohres nützlich. Bei den glatten Kanonen-Rohren neuerer Konstruktion des Schiffgeschützes sowie bei Granat-Kanonen-Rohren ist die Traube prismatisch geformt und für den Durchgang des Brohks (d. i. des Taues, mittelst welchem das Geschütz beim Rücklaufe an der Bordwand festgehalten wird) wagrecht durchbohrt.

Bei älteren Kanonen- und Karronaden-Rohren des Schiffgeschützes ist der Traubenansatz zur Aufnahme der Richtspindel lothrecht durchbohrt; oberhalb der Traube befindet sich zur Führung des Brohks entweder ein nasenförmiger Anguss (*n*, Fig. 46, Taf. I), oder es ist zu gleichem Zwecke ein eiserner Brohkring an dem Bodenstücke angeschraubt. Bei einigen Artillerien ist die Traube henkelartig geformt, damit die bei denselben üblichen festen Richtvorrichtungen (Aufsätze) an der Verstärkung des Stossbodens angebracht werden können.

Die glatten Kavallerie-Kanonenrohre haben keine Traube, damit man für den zwischen den Laffetenwänden angebrachten Munitionskasten mehr Raum gewinne; dadurch unterscheiden sie sich auch von den Kanonen-Rohren des ordinären Fuss-Geschützes.

Die Länge der Traube sammt Ansatz (Hals) liegt, je nach dem Kaliber, zwischen 4 und 10''.

Die oben erwähnte Verstärkung des Metalls am Bodenstücke, der Traubenhals und die Traube werden gewöhnlich nicht zur Länge des Rohres gerechnet.

β. Allgemeine Betrachtung beim gezogenen Rohre.

§. 68. Berücksichtigt man die beim glatten Rohre gemachten Bemerkungen über die Bohrung im Allgemeinen, so erkennt man, dass die Gestalt und die Grösse des zu bewegenden Geschosses, und die Art und Sicherung seiner Bewegung, sowohl die Abmessungen des Bohrungsquerschnittes als auch die nähere Einrichtung der Bohrung bedingen.

Die Konstruktion der Bohrung gezogener Rohre wird sich daher im Allgemeinen auf die nachfolgenden 3 Grundsätze basiren lassen, u. z., dass dieselbe:

1. die fortschreitende Bewegung des Geschosses möglichst begünstige (Anfangsgeschwindigkeit);

2. dem Geschosse eine der fortschreitenden Geschwindigkeit angemessene Rotationsgeschwindigkeit ertheile (Rotationsgeschwindigkeit); und

3. einen von allen Schwankungen der Rotationsachse freien Austritt des Geschosses aus dem Rohre bedinge (Centrirung, Fixirung, Führung des Geschosses). —

Der 1. Grundsatz verlangt einen entsprechenden Verbrennungsraum, und ein Zugprofil, welches die fortschreitende Bewegung des Geschosses möglichst wenig beeinträchtigt;

der 2. Grundsatz, dass die Züge einen dem Kaliber, Geschossgewichte und der Ladungsgrösse entsprechenden Drall besitzen; endlich

der 3. Grundsatz, dass das Projektil im Geschosslager der Bohrung eine möglichst centrirte und fixirte Lage erhalte, beim Schusse der Angriff am Geschosse zur Ertheilung der Rotation sich wo möglich über den ganzen Umfang desselben verbreite, was auf eine grosse Anzahl Züge hinweist, und dass schliesslich zwischen Geschoss- und Bohrungsfläche kein derartiger Spielraum bestehe, dem zufolge das Projektil nothwendig eine schlotternde Bewegung im Rohre annehmen müsste, was eine eigenthümliche Konstruktion der Züge und Geschossleisten erfordert.

Das bis jetzt geeigneteste Geschoss, welches mit dem geringsten Kraftaufwande die Luft durchfliegt oder den Luftwiderstand besiegt, ist das bekannte Spitz- oder Lang-Geschoss. Es besteht zumeist aus einem cylindrischen Theile als Hauptkörper und einer ogivalen oder kegelförmigen Spitze. Sein Schwerpunkt liegt stets hinter der Längenmitte, d. i. von der Spitze weiter als von seiner Basis entfernt. Dieses ungünstige Verhältniss macht es zur unbedingten Nothwendigkeit, dem Geschosse eine Rotation um die Längenachse zu ertheilen, damit seine fehlerhafte Schwerpunktslage durch die Kraft der Rotation oder durch die Trägheit der rotirenden Geschossmasse paralysirt und ein Umschlagen oder ein Drehen desselben um die Querachse verhindert werde, welch' letzteres einen grossen Kraftaufwand durch den vermehrten Luftwiderstand in Anspruch nehmen, und dem zufolge eine geringe Tragweite herbeiführen würde.

Bis jetzt ist man nur durch die Einrichtung der Bohrung im Stande, dem Lang-Geschosse eine genügende und gesicherte Rotation um die Längenachse zu ertheilen; deshalb muss es bei den gezogenen Rohren als eine Hauptaufgabe angesehen werden, die Bohrung so zu konstruiren, dass sie dem Geschosse die gewünschte Rotation um die Längenachse ohne Störung der geradlinigen oder fortschreitenden Bewegung ertheile.

Der Querschnitt des Bohrungstheiles, in welchem sich das Geschoss bewegt, wird daher zunächst von dem Querschnitte des letzteren abhängen, und kann wie dieser im Allgemeinen ein Kreis, eine Ellipse, ein Polygon, oder eine Spiralfläche sein. Um dem Geschosse während seiner geradlinigen Bewegung auch eine bestimmte Rotation um die Längenachse zu ertheilen, werden in der Bohrungswand gewöhnlich rinnen- oder furchenförmige Vertiefungen, Züge, eingeschnitten, die eine gewisse, der gewünschten Rotation entsprechende Windung, Drall, haben.

Die an der Geschossoberfläche angebrachten Vorsprünge (Warzen, Zapfen, Leisten) greifen in diese Züge ein und bringen das geradlinig bewegte Geschoss zur Rotation, indem sie durch den Widerstand der Züge nach dem Dralle derselben geführt werden.

Geschützrohre, welche mit derlei Zügen versehen sind, nennt man gezogene Rohre; und unterscheidet im Allgemeinen zwei Hauptgruppen derselben, nämlich:

Vorderladungsrohre, d. i. solche, welche von der Mündung aus geladen werden, und

Hinterladungsrohre d. i. jene, bei welchen die Ladung von hinten oder rückwärts eingebracht wird. Da die Hinterladungsrohre im rückwärtigen Bohrungstheile, d. i. im Laderaume, häufig einen etwas grösseren Durchmesser haben als vor dem Geschosslager, und der Ladungs-

raum deshalb eine Art von Kammer bildet, so pflegte man dieselben bisher auch Kammerladungsrohre zu nennen.

Gehen wir nun, nach diesen einleitenden Bemerkungen, auf die Gestalt des Verbrennungsraumes der Bohrung über.

Form der Bohrung im Verbrennungsraume.

§. 69. Die vortheilhafteste Gestalt des Verbrennungsraumes ist nach dem im Eingange Gesagten auch hier, wie bei glatten Rohren, jene, bei welcher die Ladung unter sonst gleichen Umständen in der kürzesten Zeit sich entzündet und verbrennt, bei welcher am wenigsten von der durch den Verbrennungsakt der Ladung entwickelten Wärme abgeleitet wird, und bei welcher für eine gegebene Ladung die grösste Wirkung resultirt.

Diesen Bedingungen entspricht, wie schon im Früheren gesagt, am besten die Kugelgestalt, allein diese so wie die zunächst vortheilhafte elliptische und birnförmige Form sind schwierig zu erzeugen und zu reinigen, so wie auch noch mit anderweitigen Uebelständen verbunden; weshalb man den Verbrennungsraum bei gezogenen Geschützen, bei Berücksichtigung des Gesagten und aus den sonstigen gleichen Ursachen wie bei glatten Rohren (nachdem sich dieselben auch hier zur Geltung bringen) cylindrisch (in seltenen Fällen konisch) macht, und den Boden kugelsegmentartig oder durch eine ebene, blos an der Verbindungskante abgerundete Fläche schliesst.

Die Vermeidung aller scharfen Ecken und Kanten im Ladungsraume der Bohrung der gezogenen Geschützrohre ist um so nöthiger, weil die Rohre an solchen Stellen am frühesten von dem Pulvergase angegriffen werden, und daselbst Risse oder Sprünge erhalten, daher auch die Züge etc. nur bis zum Geschosslager reichen und überdies ihre scharfen Ecken abgekantet sind.

Bei gezogenen Kanonen, wo meist grössere Ladungen vorkommen, gibt man dem Verbrennungsraume den gleichen Durchmesser wie dem übrigen Theile der Bohrung in seiner Grundform, d. h. man lässt beide einen einzigen Cylinder bilden. Hiedurch wird die Konstruktion des Rohres vereinfacht und die Ladung erhält noch immer eine Gestalt, welche den Verbrennungs-Process hinlänglich begünstiget.

Bei Hinterladungsrohren ist man gewöhnlich an die Cylinderform des Verbrennungsraumes gebunden, und der Durchmesser des letzteren, muss um den für das bequeme Laden nöthigen Spielraum grösser sein, als das Geschosskaliber, damit das Geschoss bis in sein Lager leicht durchgebracht werden könne.

Jene Hinterladungs-Vorrichtungen, in denen der Ladungsraum enthalten ist, gestatten jede beliebige Kammerform, jedoch wird man auch hier nicht gern von dem Cylinder mit aufgesetzter Halbkugel oder von dem gleichseitigen Cylinder abweichen.

Der Ladungsraum für Polygonal- und Ovalbohrungen wird gewöhnlich durch die Fortsetzung der Bohrung gebildet und hat demnach auch einen polygonalen oder ovalen Querschnitt. —

Für die Stossbodenform gelten die bei glatten Rohren entwickelten Grundsätze; bei Hinterladungsrohren ist man meistens an die ebene Form des Stossbodens in Folge des beweglichen Verschlusses gebunden.

Die gezogenen Rohre haben gewöhnlich zweierlei Ladungen, wovon die grössere bekanntlich zum Schiessen der Spitz-Hohlgeschosse, Shrapnels und Büchsenkartätschen, die kleinere dagegen zum Werfen der Hohl- und Brand-Geschosse gehört.

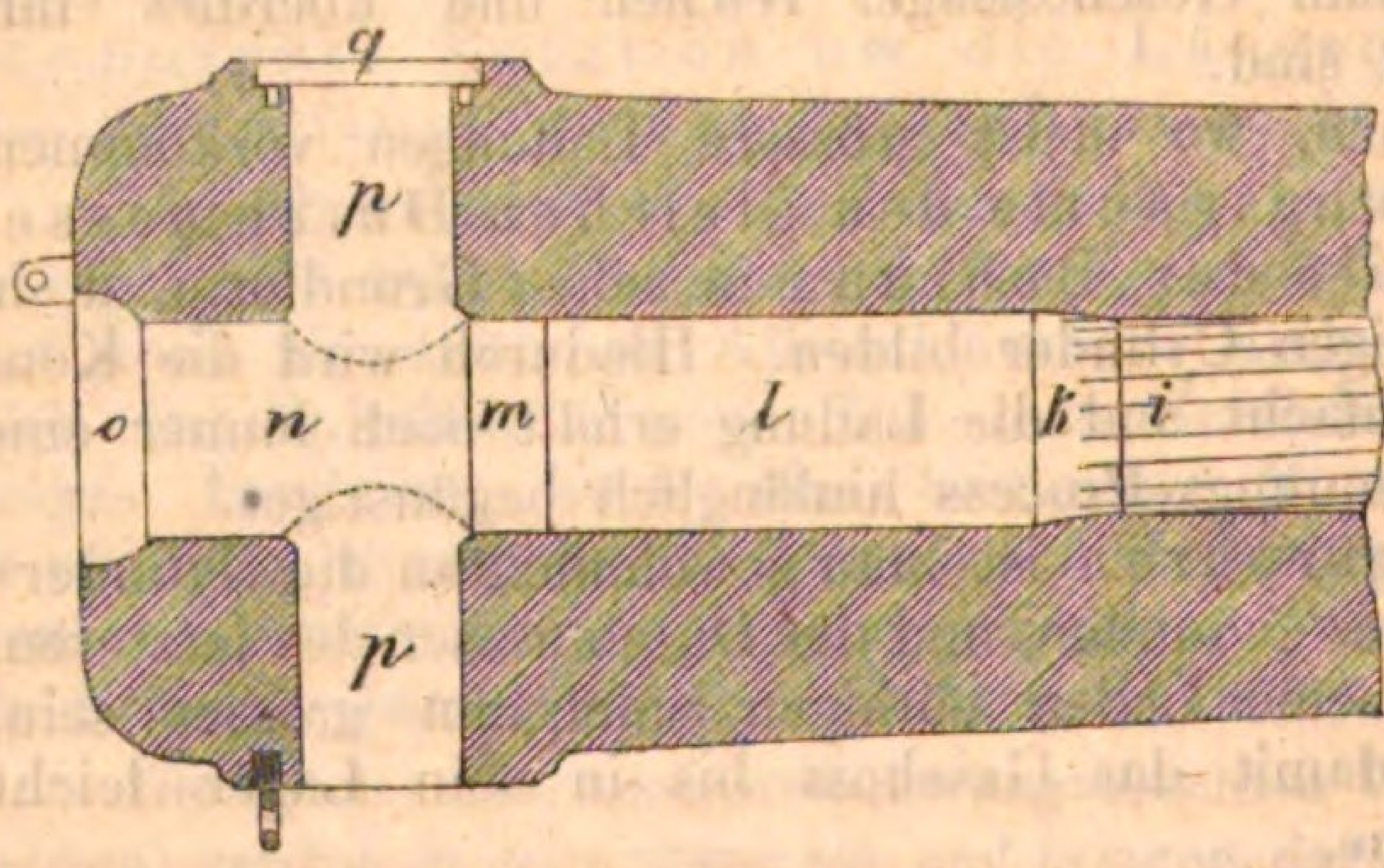
Es ist begreiflich, dass man auch den Verbrennungsraum der gezogenen Geschütze für die grösste in Verwendung kommende Pulverladung konstruiren muss, und dass bei denselben die Kammer mit kleinerem Durchmesser als der Bohrungskaliber nicht angewendet werden kann. In diesem Falle wird zwar die kleinere Ladung nicht ganz das Maximum ihrer Wirkung leisten, allein es lässt sich durch eine geringe Vermehrung dieser Ladung der genannte Uebelstand vollkommen ausgleichen.

(Man wird daher die Kammer mit kleinerem Durchmesser als der Kaliber ausschliesslich nur bei den gezogenen Mörsern und vielleicht auch bei gezogenen Haubitzen in Anwendung bringen, und dann bei derselben die bereits angeführten Formen berücksichtigen.)

Im Uebrigen gilt auch bei gezogenen Rohren, das bei glatten über den Verbrennungsraum Gesagte.

Bei 6- und 12pfd. österr. gezogenen Feld-Kanonen (System 1860) ist der cylindrische Verbrennungsraum am Boden durch eine ebene, auf der Rohrachse senkrecht stehende Fläche geschlossen und an der Zusammenstossung der Boden- und Wandfläche abgerundet; — bei 3-, 4- und 8pfd. gezogenen Kanonen (System 1863) hat der ebenfalls cylindrische Verbrennungsraum am Boden einen halbkugelförmigen Abschluss. — (Das Patronenlager ist beim 3-Pfdr. 3″, beim 4-Pfdr. 5″ und beim 8-Pfdr. 5″ 3‴ lang.)

(Fig. 54.)



Bei den 6-, 12- u. 24pfd. Hinterladungsrohren (System 1861) lässt sich der hintere Bohrungsraum in 2 Theile sondern, u. z. in den Verbrennungsraum des Pulvers *l*, Fig. 54, und in den Bohrungsraum für die Verschlussvorrichtung *o n m p q*. Der cylindrische Verbrennungsraum des Pulvers bildet mit dem Bohrungsraume nächst dem Geschosslager Einen Cylinder, und verbindet sich nach rückwärts durch einen schwachen konischen Zulauf *m* mit dem im Durchmesser grösseren Cylinder *n*, welcher zur Aufnahme des Verschlusskolbens bestimmt ist. Der Cylinder *n* ist durch eine sich erweiternde Auskehlung *o* mit der Bodenfläche des Rohres verbunden. Das cylindrisch gebohrte, mit seiner Achse durch die Rohrachse gehende und auf dieselbe senkrecht stehende, zur Aufnahme des Quercylinders bestimmte Querloch *p*, verbindet sich beiderseits mit dem letztbesprochenen Cylinder *n* der eigentlichen Bohrung.

Der oben erwähnte Verschlusskolben und Quercylinder bilden die zwei wesentlichsten Bestandtheile der Verschlussvorrichtung, welche den Verbrennungsraum rückwärts eben abschliesst.

Bei 3-, 4- und 8pfd. Schiesswollkanonen ist der Verbrennungsraum cylindrich mit kugelsegmentartigem Abschlusse am Boden.

Die 3-, 4- und 8pfd. gezog. Feld-Kanonen (System 1863) und die 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungs-Batterie-Kanonen-Rohre (System 1861) sind gegenwärtig eingeführt; — bei den 6- und 12pfd. gezog. Feld-Kanonen (System 1860) ist die Auflassung beabsichtigt; — die 3-, 4- und 8pfd. Schiesswollkanonen waren 1862 zur Einführung beantragt, eingetretener Anstände wegen, wurde jedoch von derselben abgegangen.

Form der Bohrung zwischen dem Geschosslager und der Mündung.

§. 70. Da angenommen werden kann, dass bei den gegenwärtig eingefürhrten gezogenen Kanonen die in Anwendung kommenden Geschosse in ihrer Grundform grösstentheils cylindro-ogival sind, und daher ihr auf ihre Längenachse senkrechter Querschnitt ein Kreis ist, — so muss der für die Bewegung des Geschosses bestimmte Theil der Bohrung in seiner Grundform ebenfalls ein Cylinder sein. Die Veränderungen, welche diese Grundform bei einer schrauben- oder gewindartigen, einer polygonalen, einer ovalen und einer spiralen Bohrung erleidet, sollen in der Folge eingehend besprochen werden.

Bei einer gewindartigen Bohrung haben die Bohrungswände in dem Raume zwischen dem Geschosslager und der Mündung in gleichen Abständen parallele, spiralförmig gewundene, seichte Vertiefungen oder Furchen von verschiedener Form, Zahl, Breite, Tiefe und Windung; — man nennt derlei Furchen: Züge, ferner die zwischen ihnen gelegenen Theile der Bohrungsfläche: Felder oder Balken, ihre Windung: Drall.

Die Züge der Rohre haben die Bestimmung, den Geschossen eine Drehung um ihre Längenachse während des Fluges zu ertheilen.

Man scheint dagegen erst in neuerer Zeit alle Schwierigkeiten überwunden zu haben, welche dem Gebrauche solcher Rohre, in Folge der nachtheiligen Einflüsse des Spielraumes, des heftigen Stosses, dem die Projektile beim Beginne ihrer Bewegung im Rohre ausgesetzt sind, dann aus Ursache der Härte des Geschossmaterials, der mit der Grösse des Geschosses wachsenden Beschwerlichkeit des Ladens und anderer Umstände wegen entgegen stehen. —

Um den Nachtheilen der gewindartigen Bohrung mit Zügen zu begegnen, wurde die Polygonalbohrung (nach Whitworth) in Anwendung gebracht, allein diese so wie die früher besprochene haben ihre Licht- und Schattenseiten. Weiters hat der englische Büchsenmacher Lancaster, um den Schwierigkeiten, welche sich bei gezogenen Geschützrohren geltend machen, auszuweichen, ein Geschützrohr konstruirt, dessen Bohrung zwar glatte Wände, aber einen elliptischen nach rückwärts spiralförmig sich windenden Querschnitt besitzt.

In neuerer Zeit hatte in Oesterreich die Spiralbohrung (nach dem Systeme des k. k. österreich. G. M. Br. Lenk) mit entschiedenem Vortheile bei gezogenen Rohren Anwendung gefunden; wurde jedoch durch das Bohrungsprofil der excentrischen Kreisbogen-Züge verdrängt.

Die sämmtlichen vorgenannten gezogenen Bohrungen wurden weiters mit mannigfachen Modifikationen theils Versuchen unterzogen, theils wirklich in Gebrauch genommen.

Schliesslich wurde bei der gewindartigen Bohrung sowohl das Princip

der Hinterladung (Geschosspression), als auch jenes der Geschoss-Expansion und Kompression in Anwendung gebracht.

Entstehung einer gezogenen Bohrung auf geometrischem Wege.

§. 71. Bei dem Konstruktionsentwurfe für eine gezogene Bohrung muss man sich zuerst für die Figur ihres Querschnittes entscheiden.

Allgemein betrachtet ist dieser Querschnitt ein Polygon, das in den meisten Fällen regelmässig, oder doch wenigstens symmetrisch ist.

Dieses Polygon ist die erzeugende Fläche für den Bohrungsraum; ein in irgend einem Punkte der Polygonsebene errichtetes Perpentikel ist die Leitlinie oder Bohrungsachse. Gewöhnlich geht die Leitlinie durch den Schwerpunkt der erzeugenden Fläche.

Bewegt sich nun die letztere an der Leitlinie auf eine der Bohrungslänge entsprechende Entfernung so fort, dass die senkrechte Stellung beider zu einander immerwährend erhalten wird, und ausser dem Fortschreiten jener Fläche keine andere Bewegung stattfindet, so werden alle Punkte derselben gerade Linien durchlaufen, welche sowohl unter sich, als auch zur Leitlinie parallel sind, und der Umfang wird die Begrenzungsfläche der Bohrung beschreiben. Diesfalls erhält man eine geradgezogene Bohrung.

Dreht sich aber das Polygon, indem es so wie vorerst an der Leitlinie fortschreitet, auch gleichzeitig um diese, und geschieht diese doppelte Bewegung nach einem gewissen dafür zu Grunde gelegten Gesetze, so beschreiben die Seiten des Querschnittes eine von schiefgewundenen Flächen begrenzte Bohrung, welche im Allgemeinen Drallbohrung genannt wird.

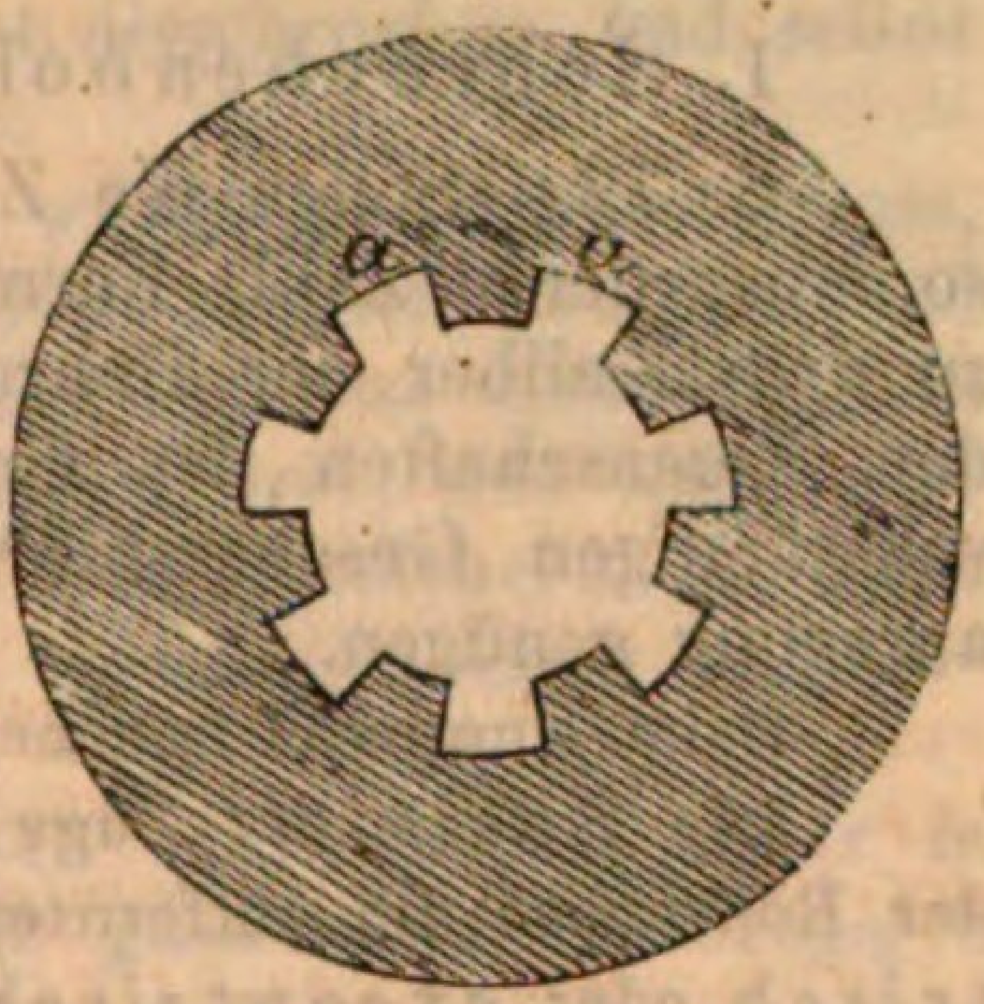
Das einfachste Gesetz, welches man dabei annehmen kann, ist dieses: dass die von irgend einem in's Auge gefassten Punkte der erzeugenden Fläche gerade zurückgelegten Wege ein konstantes Verhältniss zu den dazu gehörigen Winkeln oder Bögen haben, oder kurz, dass sich jene Wege direkte wie diese Bögen verhalten. Da diese Bohrung die gebräuchlichste ist, so wird auch gewöhnlich unter der Benennung „gezogene oder Drallbohrung" ohne weiteren Zusatz, die auf die leztbesagte Art entstandene Bohrung gemeint. Je nachdem der Drall durch die Drehung der Erzeugungsfläche von links über oben nach rechts, oder von rechts über oben nach links gebildet worden ist, wird die Bohrung rechtsgewunden, auch rechtszügig, oder linksgewunden, linkszügig genannt.

Aus der Entstehungsweise der Drallbohrung folgt, dass in den schiefgewundenen Begrenzungsflächen jene Kurven liegen, welche die Punkte des Umfanges der Erzeugungsfläche bei ihrer doppelten Bewegung beschreiben. Diese Kurven sind von doppelter Krümmung, und bilden Drall- oder Schraubenlinien.

Alle Kurven, welche von Punkten beschrieben werden, die einen gleichen Abstand von der Leitlinie haben, sind einander gleich; bei verschiedenen Abständen hingegen bilden sich auch verschiedene Kurven. — Es ist ferner klar, dass jede dieser Kurven, welche von irgend einem Punkte des Umfanges beschrieben wird, auf der Mantelfläche eines geraden Cylinders liegen müsse, welch' letzterem ein Halbmesser zukömmt, der dem Abstande des fraglichen Punktes von der Leitlinie gleich ist.

Für den Querschnitt der Bohrung wählt man gewöhnlich ein regel-

(Fig. 55.)



mässiges Vieleck (von 6, 10 und mehr Seiten), eine elliptische oder Spiralfläche, am häufigsten jedoch ein symmetrisches Vieleck von der in Fig. 55 dargestellten oder einer ähnlichen Gestalt, welches sich am besten mit der Grundfläche eines Zahnrades vergleichen lässt. Um die gleich Zähnen gebildeten Hervorragungen *a a* lässt sich vielfach ein Kreis um — so wie innerhalb derselben ein Kreis einschreiben. Letzterer ist der Kaliberkreis (Grundkreis der Bohrung). Je nach den obwaltenden Umständen, besonders aber nach der Grösse des Kalibers, variirt die Anzahl dieser Erhöhungen und Vertiefungen. Man hat deren von 4 bis 30, ja noch mehr (bis 130) angebracht. Ueberdies wurde die Form der Zähne *a a* mannigfachen Veränderungen unterworfen.

Die Leitlinie oder Bohrungsachse steht in dem Mittel- (Schwer-) Punkte des betreffenden Vielecks (der Erzeugungsfläche) senkrecht.

Durch die gleichzeitige Fortrückung und Drehung eines regelmässigen Polygons bildet sich eine Bohrung, die von schiefen Flächen eingeschlossen wird, und jedes senkrecht auf die Achse abgeschnittene Stück einer solchen Fläche ist mit einem schiefen Viereck vergleichbar.

Eine solche Bohrung nennt man Polygonal-Bohrung. Durch die gleichzeitige Fortrückung und Drehung einer Ellipse entsteht die elliptische oder Ovalbohrung; — durch jene einer Spiralfläche eine Spiral- oder Keilbohrung.

Dreht sich schliesslich während des Fortrückens auch gleichzeitig der Querschnitt, Fig. 55, so werden durch die Erhöhungen desselben gewundene Vertiefungen in der Bohrung gebildet, welche, wie erwähnt, Züge heissen, woher jene auch den Namen – gezogene Bohrung — trägt.

(Diese Bohrung — Kreis- oder Cylinder-Bohrung mit Zügen — mit den verschiedensten Zugprofilen findet bis nun zu die ausgedehnteste Anwendung.)

Zwischen den Vertiefungen (Zügen) liegen die glatten cylindrischen Theile der Bohrungsfläche, d. i. die Felder.

Aus der Entstehung der letzteren Bohrung ist zu entnehmen, dass sie ganz so gebildet wird, wie eine weibliche Schraube oder Mutter, wesshalb man sie zur Unterscheidung auch mit dem Namen Schraubenbohrung belegen kann.

(Die Züge sind nämlich nichts anderes als die eingeschnittenen Gewindgänge, und *n* solche Züge geben eine Mutter mit einem *n*fachen Gewinde. Das zu einer solchen Bohrung gehörige Geschoss ist, soweit es in die Züge eingreift, mit einer Schraubenspindel von *n*fachem Gewindgange vergleichbar; in der That wird auch der Gang des Geschosses in der Bohrung ganz in derselben Weise bewirkt, wie die Bewegung einer Schraubenspindel in einer feststehenden Mutter.)

Die nähere Gestalt der Schrauben-Bohrung (Kreisbohrung mit Zügen) hängt wesentlich vom angewendeten Zugprofile (resp. dem sich bewegenden Bohrungs-Querschnitte) ab, worauf wir eingehender bei der Besprechung des Zugprofils zurückkommen.

Züge, — Felder, — Zugprofil.

1. Schraubenbohrung (Kreisbohrung mit Zügen).

§. 72. Sollen die Züge ihrem Zwecke im Allgemeinen entsprechen, so muss deren Zahl, Form und Windung in einem richtigen Verhälnisse zu dem Kaliber der Bohrung, der Ladung und zu der Konstruktion und den Eigenschaften des Geschosses stehen, und den Bedingungen einer vollständigen Geschossführung, Isolirung, Centrirung*) und Rotationsanregung genügen.

Beim Zugprofil kommen die nachstehenden Benennungen vor:

Die Basis der Züge ist die unterste Fläche derselben, die somit von der Rohrachse am entferntesten liegt und gegen dieselbe entweder concentrisch oder excentrisch geneigt ist.

Die Seitenflächen der Züge, welche die Ansätze (Flügel, Zapfen, Warzen, Leisten) des Geschosses beim Schusse während des Durchganges durch die Bohrung dirigiren, heissen Führugsflächen, und die ihnen entgegenstehenden, welche das Geschoss beim Laden dirigiren, Ladeflächen. Die zwischen den Zügen liegenden und sie verbindenden Flächen, welche sie daher einschliessen und meist koncentrisch gegen die Rohrachse liegen, heissen, wie bereits erwähnt wurde, Balken oder Felder.

Das Profil der Züge in einem senkrechten Querschnitte auf die Bohrung ist, je nach dem System der gezogenen Rohre, verschieden; — im Allgemeinen entspricht es bei Vorderladungsrohren einem Dreieck, Rechteck, Trapez oder unregelmässigen Viereck.

Bei Hinterladungsrohren gibt man dem Zugprofil im senkrechten Querschnitte auf die Rohrachse gewöhnlich die Gestalt eines Dreiecks oder Vierecks.

Ueber die Zahl der Züge hat die Erfahrung noch keinen bestimmten Anhaltspunkt gegeben. Es wird dies auch erklärlich, wenn man die verschiedene Art der Geschosskonstruktionen und Materien und die Bewegung der Geschosse in Erwägung zieht. Im Allgemeinen sind hiebei wesentlich zwei Momente zu beachten, und zwar: Der erste mit Beziehung auf die Projektillage im Geschosslager, der zweite jener der Projektilbewegung in der Rohr-Bohrung.

Diese zwei Momente fallen je nach der Bohrungs- und Geschosskonstruktion entweder in ihrer Einwirkung auf die Zahl der Züge in einen zusammen, liegen einander näher oder entfernter und bedingen so die Zahl derselben. Einen noch wesentlicheren Einfluss auf die Zahl der Züge hat die Verschiedenheit der Zugprofile, wie dies aus der nachfolgenden Besprechung ersichtlich werden wird.

Es ist einleuchtend, dass Ein Zug nicht genügen würde, um dem Geschosse während der Bewegung im Rohre eine gleichmässige, nicht schlotternde Führung, und eine gesicherte Drehung zu ertheilen. Auch

*) Unter Centrirung des Geschosses versteht man, dass die Projektilachse im Geschosslager in der Rohrachse, und gleichzeitig die Führungsflächen aller Geschossleisten an den Führungsflächen der entsprechenden Züge liegen. Unter Geschoss-Isolirung, dass die Oberfläche des Geschosskernes und die Fläche der Felder ausser Berührung sind. Unter Fixirung oder Führung des Geschosses versteht man, dass dasselbe in der oben angegebenen Lage (centrirt) während seines Durchganges durch die Bohrung erhalten werde.

würde der in den Zug eingreifende Geschosszapfen, oder die Geschossleiste durch den Stoss der Pulvergase sehr leicht abgebrochen, und selbst das Geschoss beschädigt werden.

Bei zwei sich gegenüberliegenden Zügen würde wohl dieser Stoss, also die abbrechende Kraft auf zwei Geschossleisten vertheilt werden, und der Angriff der drehenden Kraft symmetrisch am Geschosse wirken; allein Versuche haben herausgestellt, dass zwei, ja selbst drei, und sogar vier Züge, die beim Kleingewehr schon hinreichen eine gesicherte Rotation des Geschosses herbeizuführen, bei schwerem Geschütze noch ungenügend sind.

(Der piemontesische Major Cavalli hat 1845 und 1846 zu Aker in Schweden die ersten erfolgreichen Versuche mit gusseisernen zweizügigen Hinterladungs 24-Pfündern ausgeführt, hierauf folgende Versuche haben diese Zahl der Züge jedoch als zu klein dargestellt.)

Im Allgemeinen wird man trachten müssen die Zahl der Züge möglichst gross anzunehmen, wenn nicht anderweitige, wichtige Umstände, wie die Anbringung der Zapfen oder Leisten am Projektile, die Festigkeit des letzteren, die Ladeweise etc. davon abhalten, denn je grösser die Anzahl der Züge ist, je mehr Zapfen oder Leisten daher das Geschoss hat, auf desto mehr Anpriffspunkte wird die anfangs stossartig wirkende Kraft, welche die Geschossdrehung bewirkt, vertheilt sein, desto weniger werden die Züge und die Geschossleisten, somit auch die Rohr- und Geschossmaterie leiden, desto gesicherter wird die Führung des Geschosses, und desto geringer werden seine Schwankungen im Rohre sein etc.; allein desto mehr wird das Geschoss dort geschwächt und komplicirt werden, wo die in die Züge eingreifenden Zapfen in den Geschossmantel eingesetzt sind. Man kann daher auch bei der Bestimmung der Zahl der Züge die Unterscheidung in Bezug der Geschosskonstruktion machen, und im Allgemeinen sagen, dass jene Rohre, aus denen Geschosse von einerlei Materie, oder Geschosse von verschiedener Materie mit von Haus aus angebrachten Zapfen oder Leisten verwendet werden, eine geringere Zahl von Zügen haben sollen, als Rohre, deren Geschosse mit einem weichen Mantel umgeben sind, in den sich die Züge erst durch die Kraft der entwickelten Pulvergase einschneiden.

Die vortheilhafteste Anzahl der Züge bei kleineren Geschützkalibern (4-, 6-, 8- und 12-Pfdr.) scheint für Geschosse von einerlei Materie (mit Warzen, Leisten etc.) sechs, für Geschosse mit einem weichen Mantel hingegen achtzehn, oder noch mehr zu sein (bei den Geschützen österr. Konstruktion ist sie 6 bis 8).

Auf die Zahl der Züge hat ferner noch die Grösse des Kalibers und die Grösse der Ladung einen Einfluss. Beide verlangen im Allgemeinen mit ihrem Wachsen auch die Zunahme der Zahl der Züge, und umgekehrt, kann bei kleinem Kaliber und geringer Ladung auch die Zahl der Züge geringer sein. Es ist einleuchtend, dass bei einem gegebenen Kaliber die Breite der zwischen den Zügen liegenden Felder ein gewisses Mass haben müsse, damit das Geschoss dieselben während seiner Bewegung nicht durchreissen könne. Bei kleinem Kaliber, also auch bei kleinem Bohrungsumfange, wird man deshalb die Züge schmal machen, und weil dies wegen der Festigkeit oder Breite der Zapfen oder Leisten oft nicht angehen wird, ihre Anzahl vermindern müssen; bei grossem

Kaliber kann man hingegen die Zahl der Züge mit Vortheil vermehren, weil dadurch das Geschoss besser und sicherer geführt wird. Diese Vermehrung wird übrigens auch deshalb nothwendig, weil ein schwereres oder grösseres Geschoss auch schwerer zu leiten ist, als ein leichteres. Wird bei einem gegebenen Geschützkaliber die Ladung vermehrt, so übt das daraus entbundene Pulvergas einen verhältnissmässig grösseren Stoss auf das Geschoss; dieses durcheilt die Bohrung schneller, erhält somit eine grössere Geschwindigkeit und ein grösseres Bewegungsvermögen; der Widerstand, den die Züge dem Geschosse zur Erzwingung der Drehung entgegensetzen, wird zunehmen, und das Geschoss die Züge bei seinem grösseren Bewegungsvermögen zu überspringen streben.

Wird in demselben Rohre die Zahl der Züge vermehrt, so muss auch das Geschoss eine grössere Zahl von Zapfen oder Leisten erhalten; es wird demnach eine bessere Führung erlangen, und der Stoss oder Druck auf jede einzelne Warze oder Leiste in dem Masse abnehmen, als die Zapfen und Züge vermehrt werden.

Der Einfluss eines grösseren Kalibers und einer grösseren Ladung auf die Zahl und Wirkung der Züge tritt wieder bei jenen Geschützrohren auffallender hervor, aus welchen Geschosse mit weicher Umkleidung ohne Zugleisten angewendet werden, und bei welchen die Züge erst die Leisten am Geschossmantel ausschneiden müssen; denn bei dieser Leistenbildung kann durch das grössere Bewegungsmoment des Geschosses die weiche Materie des Mantels leichter abgequetscht und abgeschält werden, wenn die Zahl der Felder oder Züge, also die Zahl der Angriffspunkte bei gleicher Kraftvertheilung dieselben bleiben, hingegen wird die weiche Umhüllung besser aushalten, wenn die Züge, also die Angriffspunkte für die Stoss- und Drehkräfte vermehrt werden.

§. 73. Bei der Konstruktion des Zugprofiles war man vorangehend bemüht, durch die Form der Züge im Vereine mit jener der Geschossleisten oder Zapfen die Centrirung und Fixirung des Projektiles zu erzielen.

Diesen Zweck suchte man im Allgemeinen auf eine der drei nachstehenden Arten zu erreichen, u. z.:

1. Durch ein bestimmtes Verhältniss der Zugtiefe zur Leisten- oder Zapfenhöhe und ein dem entsprechendes Verhältniss zwischen dem Durchmesser des Geschosseisenkernes und der Felder (des Bohrungsgrundkreises) bei Anwendung verschiedener Zugprofile; —
2. durch die Zugverengung*) im Geschosslager; und
3. durch die Anwendung von Wechselzügen.**)

Die Abmessungen der Züge hängen eben so sehr von deren Form, als von der Einrichtung, dem Gewichte und Kaliber der Geschosse, von der Materie der angewendeten Warzen, Leisten oder Mäntel, von dem Dralle der Züge und der Grösse der Pulverladung ab.

Die Breite der Züge bemisst sich hauptsächlich nach deren Zahl, man macht sie gewöhnlich jener der Felder gleich.

In einigen Artillerien wird mit der Breite der Züge selbst bis zur halben Breite der Felder herabgegangen.

Breitere Züge erleichtern übrigens auch die Reinigung des Rohres.

*) Siehe französisches Zugprofil §. 74 und 76.

**) Siehe §. 80, Punkt 2, Zugprofil von Major B. v. Freydorf etc.

Nimmt man für alle Kaliber die Zug- oder Feldbreite gleich gross an, so lässt sich nach dem angenommenen Verhältnisse der Zug- zur Feldbreite auch die Zahl der Züge ermitteln.

Schmale Züge bedingen auch schwache Zapfen oder Leisten, die somit leicht abgesprengt werden können.

Im Allgemeinen kann die Breite der Züge bei einem angenommenen Zugprofil entgiltig nur durch Versuche bestimmt werden.

Die Breite der Züge an der Basis liegt bei kleineren Kalibern zwischen 6 bis 12‴.

Die Tiefe der Züge muss so gross sein, dass das Geschoss die rotirende Bewegung verlässlich annehmen kann, dass die Geschossführung eine vollkommen gesicherte wird, und dass der sich ansetzende Pulverschmutz nicht leicht diesem Zwecke hinderlich werde. (Die Tiefe der Züge liegt im Durchschnitte zwischen 1 und 2‴).

Zu tiefe Züge schwächen die Bohrung, erschweren das vollständige Eingreifen der Geschosse in selbe und veranlassen Hervorragungen (Leisten oder Warzen) an der Oberfläche der letzteren, die in Folge des hiedurch hervorgerufenen Luftwiderstandes die drehende Bewegung des Geschosses und die Tragweite des Geschützes beeinträchtigen.

Zu seichte Züge, welche niedere Geschossleisten oder Warzen bedingen, gewähren keine gesicherte Führung und Rotationsanregung des Geschosses.

Die Tiefe der Züge oder die Höhe der Geschossleisten wird demnach so bestimmt werden müssen, dass die Führungsflächen genügend gross sind, und dass selbst bei vorkommenden Schwankungen, das Geschoss die Züge nicht überspringen kann.

Die Basis der Züge ist hiebei bald geneigt, bald koncentrisch zu den einschliessenden Balkenflächen. — Die Führungs- und Ladeflächen sind meistens gegen die Basis des Zuges unter einem stumpfen Winkel u. z. in gleicher oder in ungleicher Weise geneigt, so dass die obere Breite des Zuges grösser ist, als jene an der Basis.

(Bei den gezog. Rohren der österr. Feldgeschütze der Konstruktion vom J. 1860 findet das im §. 77 beschriebene Zugprofil Anwendung.)

Die scharfen Kanten der Züge sind mehr oder weniger abgekantet.

Dass die Form der Züge wesentlich von der Art der gebrauchten Geschosse abhängt, d. i. ob der Eisenkern derselben blos mit Führungsleisten, Warzen etc. oder mit einem Mantel von weicherem Metalle versehen ist, kann nach dem oben Gesagten nicht bezweifelt werden.

Nebst der Form der Züge ist die Windung derselben von der entschiedensten Wichtigkeit, was hier nicht übersehen werden darf. Der grosse Irrthum, welcher im Früheren vielfach bei den Bestrebungen zur Verbesserung der gezogenen Kanonen vorherrschte, scheint der gewesen zu sein, dass man, um gezogene Kanonen für eiserne Geschosse herzurichten, blos auf die Form der Züge Rücksicht nahm, ohne zu bedenken, dass in Folge der verschiedenen Einwirkungen des Luftwiderstandes auf Geschosse von verschiedener Grösse, auch eine entsprechende Veränderung hinsichtlich des Dralls vor sich gehen müsse.

Trotz aller auf das Profil der Züge verwendeten Aufmerksamkeit ist die entsprechendste Form derselben für Geschosse von einerlei Materie

(Geschosseisenkern mit Zapfen oder Leisten versehen) noch nicht genau ermittelt worden.

Da die Züge nur als das Mittel angesehen werden müssen, durch welches das Geschoss den rotatorischen Impuls erhält, so muss ihre Gestalt auch von dem Gesichtspunkte aus betrachtet werden, als sie bei Erreichung dieses Zweckes zu mehr oder weniger Reibung zwischen den Geschoss- und Bohrungsführungen die Veranlassung gibt.

In dieser Beziehung wird jenes Rohr als das vorzüglichste angesehen werden müssen, dessen Züge so konstruirt sind, dass dabei die geringste und gleichförmigste Reibung stattfindet, und die Ladeoperation unbeanständet vor sich gehen kann.

Uebrigens scheinen bei gezogenen Geschützen mit Schrauben-Bohrung, ohne Geschoss-Expansion oder Kompression, die Bemühungen auch noch nicht vom vollständigen Erfolge gekrönt zu sein, welche die Verminderung der Einflüsse zum Ziele haben, die durch den erforderlichen Spielraum und den bei Kanonen, aus welchen man eiserne Projektile schiesst, nothwendigen grossen Drallwinkel hervorgebracht werden. Dies sind jedoch sehr beachtenswerthe Punkte, da die Reibung beim Durchgang des Eisengeschosses durch die Bohrung nicht so gleichmässig längs der ganzen inneren Rohrfläche vertheilt ist, wie bei expandirenden oder mit einem weichen Mantel versehenen Geschossen, sondern nur in bestimmten Punkten stattfindet.

Beim Gebrauche eiserner Geschosse, welche blos mit Führungswarzen oder Leisten versehen sind, werden diese Umstände noch Gegenstand vieler Versuche sein müssen, bevor irgend ein bestimmter Grad von Vollkommenheit erreicht sein wird. Grosse Genauigkeit muss bei der Erzeugung der Geschosse beobachtet werden, denn obschon die äusserste Grenze der möglichen Schussweite mit Langgeschossen in kurzer Zeit erreicht sein wird, so wird die Genauigkeit ihres Gebrauches noch immer Spielraum genug zur Verbesserung lassen.

Indessen sind bei den Zugprofilen der Schraubenbohrungen seit dem Jahre 1859 wesentliche Verbesserungen eingetreten, so dass die Aufgabe der vollständigen Geschossführung, Isolirung, Centrirung und Rotationsanregung der Lösung nahe steht.

Die Form der Züge ist für zusammengesetzte Geschosse (Geschosse mit einem Mantel von weicherem Metalle) nicht von so grosser Bedeutung, wie für Geschosse, wo der Eisenkern blos mit Warzen oder Leisten von weichem Metalle versehen ist, da bei ersteren die Reibung über die ganze Oberfläche der Bohrung vertheilt ist. Die bis nun zu durchgeführten Versuche und Erfahrungen reichen jedoch auch bei zusammengesetzten Geschossen noch nicht hin, um eine bestimmte Form und Zahl der Züge als die endgiltig günstigste anzunehmen. Wir kommen im §. 81, bei der Besprechung der Hinterlader in Bezug auf das Zugprofil, auf diesen Gegenstand zurück.

Die Kanten und scharfen Ecken der Züge müssen entweder abgekantet oder mässig ausgerundet sein, um die Führungs- und Ladeflächen derselben, sowie jene des Geschosses vor Beschädigungen zu bewahren.

Was schliesslich die Tiefe des Hineinreichens der Züge, von der Mündung gegen den Boden zu, betrifft, so können dieselben, bei der für

den Verbrennungsraum gewählten Form der Bohrung, auch nur bis zum Geschosslager reichen; — und werden daher gewöhnlich so weit nach rückwärts eingeschnitten, dass das Geschoss gleich beim Beginne seiner Bewegung im Rohre in dieselben eintritt, oder im Geschosslager mit seinen Ansätzen schon in den entsprechenden Zügen liegt.

§. 74. Bei dem Profile der Züge der Schraubenbohrung tritt immer eine Kombination der nachfolgenden Elemente ein:

1. Excentrische oder koncentrische Basis;
2. Gleich oder ungleich geneigte Lade- und Führungsflächen, mit verschiedener Neigung gegen die Basis oder senkrechter Stellung auf die letztere;
3. Verengung der Züge nächst dem Geschosslager; und
4. Anwendung von Doppel- oder Wechselzügen.

Die mannigfachen Versuche zur Ermittlung der günstigsten Kombination der obigen vier Elemente für das Profil des Zuges haben bis nun zu noch keine endgiltige Entscheidung herbeigeführt. Im folgenden sollen die wesentlicheren dieser Kombinationen besprochen werden.

Nachdem die in der österreichischen Artillerie bis zu der i. J. 1864 erfolgten neuen Organisation eingeführten 6- und 12pf. gezogenen Feld-Geschütze dem französischen Systeme (La Hitté) nachgebildet sind, so wollen wir unsere Besprechung mit diesem Systeme beginnen.

Französisches Zugprofil vom Jahre 1859, und darauf folgende Verbesserung desselben.

Die bis zum Herbste 1857 zu Vincennes und La Fère von dem französischen Artillerie-Komité ausgeführten Versuche hatten bewiesen, dass das im Versuche befindliche französische System der gezogenen Kanonen, wenigstens in Betreff der Bronze als Rohrmaterial, unzulässig sei, wenn es der Versuchs-Kommission dieses Komité's nicht gelänge, jeden Stoss, Anschlag oder Druck des Geschosses gegen die Seelenwände durch Flügel zu verhindern, die in hinreichender Anzahl so angeordnet angebracht werden, dass ihr Zink zwischen das Gusseisen des Geschosses und die Bronze des Rohres tretend, ein Metall vom andern zu isoliren im Stande ist, mit einem Worte, wenn es nicht gelingt, eine vollständige Geschoss-Isolirung zu erreichen.

Diesem Ziele nachstrebend wurden mit gezogenen 4-Pfündern, deren Konstruktion von der Versuchs-Kommission in Vorschlag gebracht war, im November 1857 und im Anfange des Jahres 1858 erneuert zu La Fère Versuche vorgenommen.

Die günstigen Resultate derselben hatten den Beweis geliefert, dass die Frage der Geschoss-Isolirung, durch das in Fig. 59 (§. 77) dargestellte Zugprofil und die angewendete Einrichtung der Geschosswarzen (Höhe der Zapfen 3·3^{mm} und Tiefe der Züge 2·5^{mm}; daher Geschoss-Isolirung 0·8^{mm}) glücklich gelöst und die Möglichkeit der vortheilhaften Verwendung der Bronze als Geschützmaterial nicht zu bezweifeln ist.

Der Gebrauch von Gussstahl, den man gleich im Anfange statt der Bronze vorschlug, war mit zu grossen Kosten verbunden; auch hatten Schiessversuche aus einem gussstählernen Feld-Kanonen-Rohre ebenfalls die Nothwendigkeit der Geschoss-Isolirung herausgestellt.

Der Gussstahl verliert zwar in Folge der Anschläge, seiner Härte und Elasticität wegen, keineswegs die ursprüngliche Form; diese Anschläge fallen

jedoch um so stärker aus, verlängern sich bis zum Austritte aus dem Rohre und verursachen bedeutende Anomalien in der Porteé und Schussrichtung.

Keines der vor dem Monate November 1857 vorgeschlagenen Systeme besass jene Vortheile, welche die Isolirung verschafft.

Bei all' diesen Systemen war einerseits die Anordnung des Rohres und seiner Züge, anderseits jene des Geschosses und seiner Flügel eine derartige, dass der Vorsprung der Flügel stets geringer ausfiel, als die Tiefe der Züge, ferner dass der obere Spielraum der Flügel jenem des Geschosses gleich war, und dass somit im Momente des Abganges dieses letztere mit seiner Oberfläche ganz auf der Wandfläche aufruhte. Dies hatte zur Folge, dass gleich im ersten Momente der Bewegung nichts die Anschläge an die Bohrungswände hinderte.

Uebrigens genügt es nicht, dass die Isolirung des Geschosses blos im ersten Momente stattfinde, sondern die Flügel müssen auch eine hinreichende Festigkeit besitzen, damit sie dem steten Drucke und Stosse im Rohre zu widerstehen und während der ganzen Dauer der Bewegung des Geschosses im Rohre, demselben die Isolirung zu sichern vermögen.

Aus dem Versuche im April 1858 zu La Fère durch die Versuchs-Kommission des genannten Komité's mit zwei 12pf. Kanonen stellte sich heraus, dass es sowohl in Bezug der Schonung des Rohres, als auch der Schussrichtigkeit sehr wichtig sei:

1. Den ersten Stoss der Flügel gegen die Führungsflächen der Züge so viel als möglich zu schwächen, und

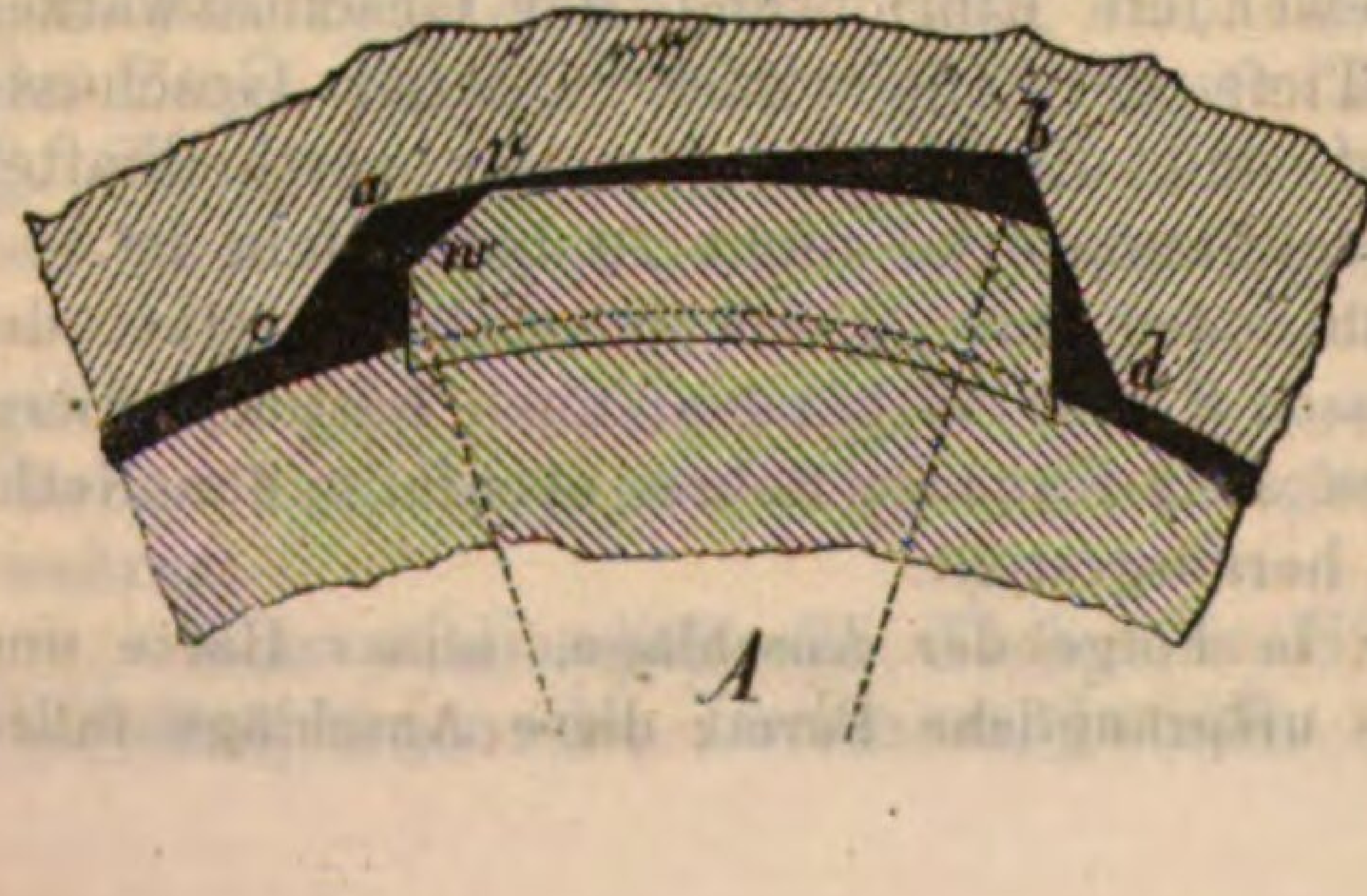
2. Den oberen Spielraum der Flügel ohne Erschwerung des Ladens möglichst zu beschränken.

Hierauf wurde mit grossem Vortheile eine Verengung des untersten Zuges versucht, um die Führungsseiten der Geschosszapfen an die Führungsflächen der Züge im Geschosslager anschliessend zu machen.

Man hoffte in der französischen Artillerie dem Uebelstande, welcher sich bei den Versuchen Ende 1858 und Anfangs 1859 aus gezogenen Feld- und Gebirgs-Kanonen, auch bei Verengung des untersten Zuges, noch immer zeigte, — d. i. der obere Spielraum und die Anschläge der Flügel an die Basis der Züge, — durch eine Modifikation des bestehenden Profiles der Züge zu begegnen, indem man der Basis in Bezug auf die Bohrungsfläche eine derartige Neigung gab, dass die Tiefe der Züge zur Seite der Führungsflächen (nach einer Idee des Obersten Didion) geringer ausfiel, als an jener der Ladungsflächen.

Das Profil des Flügels, Fig. 56, war im Verhältnisse zu jenem des Zuges ein derartiges, dass vorne beim Laden das Geschoss centrirt sich befand, seine Flügel zu gleicher Zeit die Ladeflächen und die Basis berührten, und da auch die Züge hinlänglich breit waren, so liess sich das Laden leicht ausführen.

(Fig. 56.)



Ist das Geschoss an der Verengung angelangt, so stützt sich der untere Flügel an die Ladefläche, und rückt so weit gegen die geneigte Basis des

Zuges vor, bis er den letzteren ganz ausfüllt und an die Führungsfläche sich anlehnt. Das Geschoss ist somit im Momente des Abganges vollkommen isolirt, centrirt und fixirt.

Stösse oder Anschläge der Flügel gegen die Basis der Züge sind nicht mehr oder nur in sehr geringem Masse möglich. Während des Durchganges der Geschosse durch das Rohr greifen ihre Flügel in Folge der Gaseinwirkung wie Keile in die eingehenden Winkel der Züge und Schleifen an einer breiten Fläche in der Richtung der Führungsflächen.

Der Ausspruch der französischen Versuchs-Kommission über diese Anordnung lautet: —

„Die bisher ausgeführten Versuche stellen heraus, dass der von der Kommission vorgeschlagene neue Zug von dem gegenwärtigen im Gebrauche stehenden, in Bezug der Toleranz für die Geschosse und Geschütz-Rohre, des Ladens, der Schussrichtigkeit und wahrscheinlich auch der Konservirung der Rohre entschiedene Vortheile besitze. Die daraus sich ergebende Vereinfachung des Systems der gezogenen Rohre und der Geschosse ist unbestreitbar."

Ein weiterer Versuch, die vorerwähnte Verengung bei allen sechs Zügen anzubringen, verbunden mit einer Aenderung in der Warzen-Konstruktion, hatte zwar in Hinsicht auf die Konservirung der Rohre einen guten Erfolg, die Treffwahrscheinlichkeit zeigte sich aber bedeutend geringer als bei Rohren mit blos einem verengten Zuge.

(Die in der österreichischen Artillerie bei den ausgedehnten Versuchen mit gezogenen Rohren bis zum Jahre 1863 gewonnenen Erfahrungen haben zu einer Anwendung des excentrischen Zuges mit Verengung am Geschosslager nicht geführt.)

§. 75. Aus diesen sehr lehrreichen Versuchen der französischen Artillerie kann man für die Konstruktion des Zugprofiles der gezogenen Geschützrohre, und der in die Züge eingreifenden Zapfen der Spitzgeschosse nachstehende Folgerungen ziehen.

1. Um nicht die Schussprácision zu beeinträchtigen und die Rohre vor der Zeit unbrauchbar zu machen, muss stets für den 4pfd. Geschütz-Kaliber die Zahl der Züge grösser als drei sein. Die besten Ergebnisse erhielt man mit sechszügigen Rohren.

2. Man muss den Spitzgeschossen eine genügende Führung, und bei ihrer Lage im Rohre auch eine genügende Stabilität geben, damit sie während der Bewegung nicht an die Bohrungswände anschlagen.

Es ist in dieser Beziehung nöthig:

a) dass in jeden Zug 2 Geschosszapfen eingreifen und

b) dass diese Zapfen den möglich grössten Abstand von einander haben.

3. Die Zapfen müssen beim ersten Stosse der Pulvergase möglichst gleichzeitig die Führungsflächen der Züge berühren, widrigenfalls ein Schlottern des Geschosses, Anschläge an die Bohrung, daher ein frühzeitiger Ruin des Rohres möglich ist, und die Schussrichtigkeit beeinflusst wird.

So gaben beispielsweise die mit 12 Zapfen versehenen Geschosse, bei welchen zuerst die schachbrettförmig gestellten 6 Zapfen die Führungsflächen berühren, schlechte Resultate.

4. Die Zapfen müssen nicht nur in hinreichender Anzahl vorhanden sein, sondern auch eine genügende Dicke haben, damit sie nicht abgebrochen, verbogen, oder sonst verunstaltet werden.

5. Der Stoss oder Druck der Zapfen an die Führungsflächen wird

abgeschwächt, und gleichzeitig eine entsprechende, vortheilhafte Lagerung des Geschosses bezüglich der Rohrachse erzielt, wenn die Führungsflächen gegen den durch die Mitte der Züge gehenden Bohrungsdurchmesser geneigt sind.

Eine gleich geneigte Begrenzung oder Abkantung der Geschosszapfen an der geführten Stelle erwies sich als vortheilhaft.

6. Es zeigte sich, dass der Spielraum des Geschosses, besonders jener der Zapfen in den Zügen sehr nachtheilig auf die Schussrichtigkeit und auf die Ausdauer des Rohres wirken kann.

7. Die besten Resultate, nicht nur bezüglich der Schussrichtigkeit, sondern auch bezüglich der Bohrungs-Konservation, erzielte man durch Isolirung des Geschosses in der Art, dass man die Zapfen nur um etwas höher machte als die Tiefe der Züge, indem sich dann am untern, dem Geschosse zunächst befindlichen Zapfentheile durch das Abnützen des oberen, an der Führungsfläche schleifenden Theiles eine Zunge bildete, welche zwischen Bohrungswand und Geschossoberfläche tretend das Geschoss hinderte zu schlottern, oder gegen die Bohrungswand zu schlagen.

8. Nicht nur für die Schussrichtigkeit, sondern hauptsächlich auch für die Ausdauer und Erhaltung der Rohre erwies sich eine Verengung des unteren Zuges im Geschosslager als äusserst vortheilhaft, weil durch diese Anordnung die Zapfen näher, oder fast ganz an die Führungsflächen rückten, und daher der Stoss im Beginne der Geschossbewegung geschwächt oder aufgehoben wurde.

9. Die excentrische Basis der Züge zeigt sich sehr vortheilhaft, doch scheint es, dass man noch nicht alle Vortheile, die ein derartig gestaltetes Zugprofil bieten kann, ausgebeutet habe, da man nicht gleichzeitig auf die Zapfen-Konstruktion die gebührende Rücksicht nahm. Eine zweckmässige Anordnung der excentrischen Züge und der dafür entsprechenden Zapfen, sowie die Verengung des unteren Zuges im Geschosslager dürfte alle Anforderungen, die man an gezogene Vorderladungs-Rohre stellt, erfüllen. Besser noch als die Geschosszapfen müsste ein Geschossmantel mit Leisten entsprechen, der, wie später erhellen wird, angeordnet sein könnte.

10. Auch die Ladefläche der Züge ist, wie man aus Fig. 56 (§. 74) sieht, geneigt, und dadurch das Laden der Geschosse erleichtert worden. Diese Neigung ist jener der Führungsfläche entgegengesetzt, und das Zugprofil erhält dadurch eine trapezähnliche Gestalt.

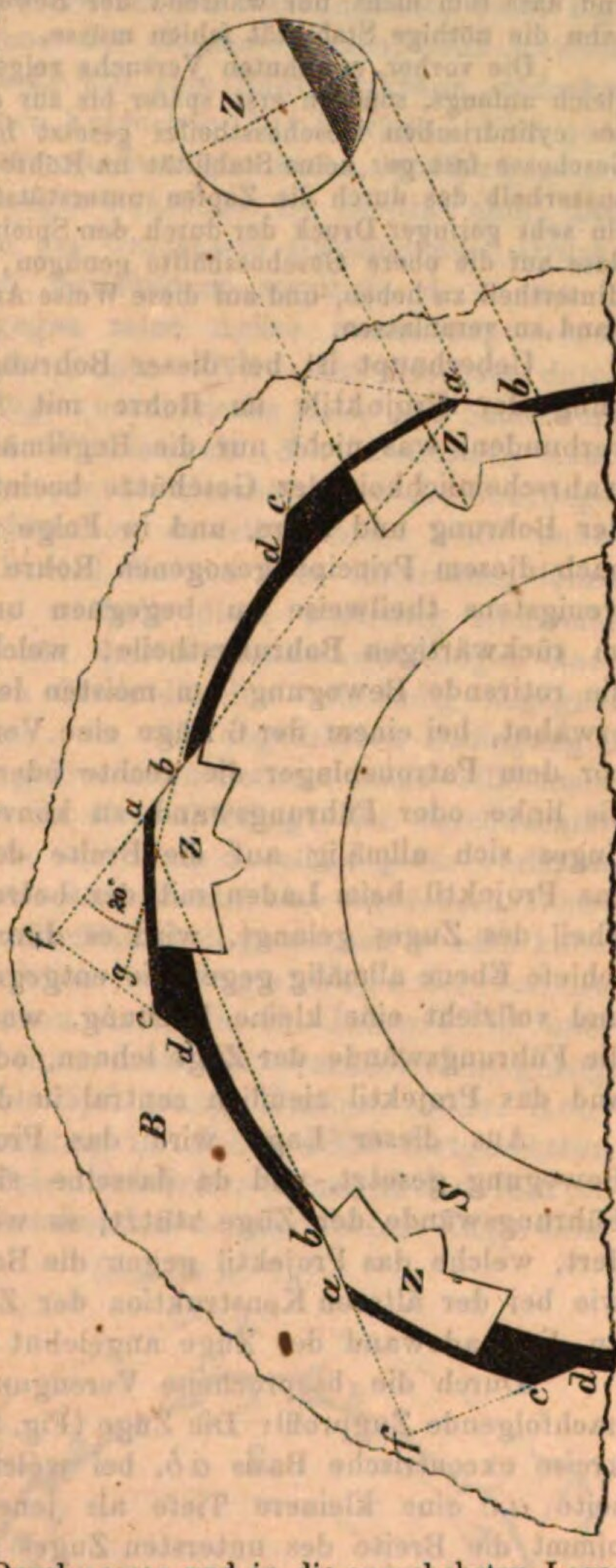
§. 76. Zugprofil des französischen Vierpfünders vom Jahre 1859. Es scheint, dass die französische Artillerie von dem Zugprofil mit excentrischer Basis, welches noch nicht nach allen Richtungen hinlänglich erprobt war, nur im Drange der Zeiterreignisse abging, und bei den für den italienischen Feldzug 1859 ausgerüsteten Geschützrohren das bereits völlig erprobte Zugprofil mit koncentrischer Basis beibehielt. —

Man findet dieses Zugprofil bei den in diesem Feldzuge zuerst aufgetretenen bronz. gezog. 4pfd. Geschützrohren. Der Querschnitt der Bohrung dieser Rohre, und jener des dazu gehörigen Spitzgeschosses sind in Fig. 57 von der Mündung aus betrachtet dargestellt.

Das Spitzgeschoss S ist im gelagerten isolirten und centrirten Zustande, mit den Zapfen z an die Führungsflächen $a\,b$ der Züge anschliessend, so gezeichnet, als wenn der von der Mündung aus gesehene Schnitt durch eine Ebene geschehen wäre, welche durch die Mitte der in einem Kreise liegenden

Geschosszapfen geht und zugleich auf der Geschoss- oder Rohrachse senkrecht steht. Aus Fig. 58 ist überdies noch die obere Ansicht eines Geschosszapfens zu entnehmen.

(Fig. 57 und 58.)



Die cylindrische Bohrung dieses Rohres hat sechs trapezförmige Züge, deren Basis *a c* konzentrisch zur Bohrungswand *b d* liegt. Der Durchmesser der Bohrung beträgt $3''\ 3'''\ 7^{IV}$, und der Durchmesser zwischen den Zügen $3''\ 6'''$. Daraus resultirt eine Zugtiefe von $1'''\ 2\frac{1}{2}^{IV}$. Die Basis der Züge ist $7'''\ 10^{IV}$ breit, und durch schiefe Flächen *a b*, *c d* mit den Feldern *b d* verbunden. Die Konstruktion dieser Flächen ist aus der Figur zu entnehmen, und es mag hier nur bemerkt werden, dass die Führungsflächen *a b* unter sich in der Richtung eines regelmässigen Sechseckes liegen, und dass die Ladeflächen *c d* auf der Verlängerung *a f* der Sechseckseiten *a a* (Führungsflächen *a b*) senkrecht stehen.

Die Züge beginnen $4''\ 8'''$ von dem ebenen, am Umfange durch eine Ausrundung mit der Bohrung verbundenen Stossboden, und machen auf dem geraden Wege von $42''\ 2'''$ eine halbe Windung, daher die Dralllänge $84''\ 4'''$ und der Drallwinkel nahezu 7^0 beträgt. Der gezogene Theil der Bohrung ist bis zur Mündung $48\frac{1}{2}''$ lang, und die Bohrung $53''\ 2'''$ tief.

Das cylindro-ogivale Geschoss ist $6''\ 3'''\ 7^{IV}$ lang, hat $3''\ 2'''\ 3^{IV}$ im Durchmesser; die Zapfen ragen $1\frac{1}{2}'''$ über die Mantelfläche vor. Es ergibt sich für das Geschoss $1'''\ 4^{IV}$ und für die Zapfen 9^{IV} Spielraum. Die Geschossisolirung beträgt $3\frac{1}{2}$ bis $12\frac{1}{2}^{IV}$, und bei centrirtem Geschosse 8^{IV}. Die Geschosszapfen sind $7'''\ 6^{IV}$ im Durchmesser, und in die ausgebohrten Lager eingetrieben. Ihre scharfen Kanten sind abgenommen und an der geführten Seite nach der Richtung der Führungsfläche der Züge abgeflacht. Durch die Abflachung hat sich eine halb ovale, $1'''$ lange Zunge mit $3'''$ hohem Absatz an der Mantelfläche des Geschosses gebildet, welche die Isolirung wesentlich begünstigt.

Die erste Reihe der Zapfen liegt $3'''\ 3^{IV}$ vom Geschossboden entfernt, die zweite oder obere Zapfenreihe endet mit der cylindrischen Geschossfläche.

Die Zapfenmittelpunkte beider Reihen liegen $2''\ 3'''\ 8^{IV}$ aus einander, und die Mittelpunkte der oberen Reihe stehen $2''\ 10'''\ 8^{IV}$ vom Geschossboden ab. Der Geschossschwerpunkt ist $2''\ 1'''\ 7^{IV}$ von der Basis und $3''\ 4'''$ von der Spitze des Geschosses entfernt. Er liegt also der Basis näher als der Spitze, ist von der Längenmitte des Geschosses $3'''\ 2\frac{1}{2}^{IV}$ entfernt, und steht um 11^{IV} vor der durch die Mitte der vorderen Zapfenreihe gelegten Ebene. Aus diesen Abmessungen geht hervor, dass das Geschoss in

seiner Konstruktion bezüglich der Schwerpunktslage noch viel zu wünschen übrig lässt, und dass ihm nicht nur während der Bewegung im Rohre, sondern auch in der Flugbahn die nöthige Stabilität fehlen müsse.

Die vorher erwähnten Versuche zeigen, dass man die vordere Zapfenreihe nicht gleich anfangs, sondern erst später bis zur ogivalen Begrenzung oder bis an die Grenze des cylindrischen Geschosstheiles gesetzt hatte. Es ist somit erklärlich, dass derlei Geschosse fast gar keine Stabilität im Rohre haben konnten, weil ihr Schwerpunkt ganz ausserhalb des durch die Zapfen unterstützten Geschosstheiles fiel. Es musste deshalb ein sehr geringer Druck der durch den Spielraum oberhalb des Geschosses entweichenden Gase auf die obere Geschosshälfte genügen, um den Vordertheil niederzudrücken, den Hintertheil zu heben, und auf diese Weise Anschläge des Geschosses gegen die Bohrungswand zu veranlassen.

Ueberhaupt ist bei dieser Bohrungs- und Geschosskonstruktion die Bewegung der Projektile im Rohre mit Anschlägen gegen die Bohrungswände verbunden, was nicht nur die Regelmässigkeit der Flugbahnen und die Treffwahrscheinlichkeit der Geschütze beeinträchtigt, sondern auch Beschädigungen der Bohrung und Züge, und in Folge dessen die baldige Unbrauchbarkeit der nach diesem Principe gezogenen Rohre herbeiführt. Um diesen Uebelständen wenigstens theilweise zu begegnen und namentlich um die Beschädigungen im rückwärtigen Bohrungstheile, welcher beim Uebergang des Projektils in die rotirende Bewegung am meisten leidet, zu vermindern, wurde wie schon erwähnt, bei einem der 6 Züge eine Verengung angebracht, indem 5 bis 6 Zoll vor dem Patronenlager die rechte oder Ladewand des untersten Zuges gegen die linke oder Führungswand zu konvergiren beginnt, bis die Breite dieses Zuges sich allmälig auf die Breite der Geschosswarzen vermindert. Sobald das Projektil beim Laden mit der betreffenden Führungswarze in den engeren Theil des Zuges gelangt, wird es durch die an dessen Ladeseite angebrachte schiefe Ebene allmälig gegen die entgegengesetzte oder Führungswand gedrückt, und vollzieht eine kleine Drehung, wodurch schliesslich alle Warzen sich an die Führungswände der Züge lehnen, oder diesen wenigstens sehr nahe kommen und das Projektil ziemlich central in der Bohrung gelagert ist.

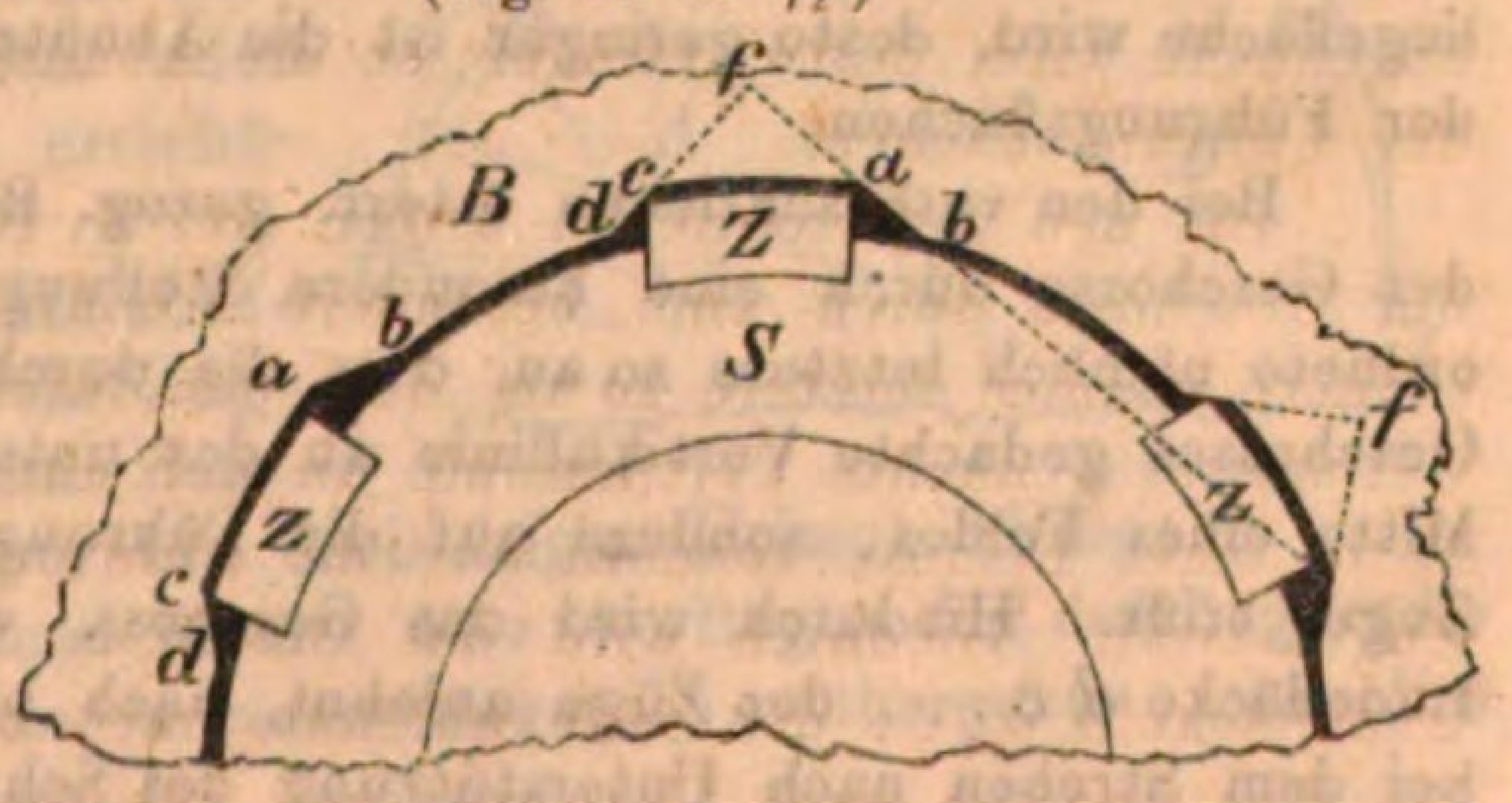
Aus dieser Lage wird das Projektil beim Schusse in die rotirende Bewegung gesetzt, und da dasselbe sich mit seinen Warzen bereits an die Führungswände der Züge stützt, so werden die Stösse vermieden oder gemildert, welche das Projektil gegen die Bohrungswand ausführen muss, wenn es, wie bei der älteren Konstruktion der Züge, nach dem Laden mit den Warzen an die Ladewand der Züge angelehnt war.

Durch die besprochene Verengung des untersten Zuges entstand das nachfolgende Zugprofil: Die Züge (Fig. 56, §. 74) besitzen eine zum Bohrungskreise excentrische Basis ab, bei welcher die Basisecke a an der Führungsseite ac eine kleinere Tiefe als jene b an der Ladeseite bd hat. Ferner nimmt die Breite des untersten Zuges gegen das Geschosslager durch Annäherung der Ladefläche an die Führungsfläche derart ab, dass das mit seinen Warzen beim Laden an der Ladefläche schleifende Geschoss von dem Beginne der Zugverengung allmälig gegen die Führungsfläche d. i. nach ac (Fig. 56, §. 74) geschoben wird. Ein solcher Zug wird daher auch S c h i e b z u g genannt. Durch diesen und die excentrische Basis trifft das mit Spielraum geladene Geschoss mit der Kopfkante v seiner Warzen in allen Zügen auf die Basisecke a und schliesst die Führungsseite vw aller Warzen an jene ac der Züge an. Da nun in jedem Zuge die Entfernung des Punktes a von der Rohrachse A gleich jener des Punktes v von der Geschossachse ist, so sieht man, dass das Geschoss beim Laden selbst centrirt wird.

Um die Fixirung zu bewerkstelligen, besitzt die Führungsseite (*a b*, Fig. 57, §. 76) des Zuges, und eben so jene der Geschosswarzen, eine gewisse Neigung gegen die an der Führungsecke *(b)* zum Bohrungskreise gedachte Tangente *(b g)*, welche nach französischen Versuchen 20° beträgt. Eine jede nicht senkrecht zur Tangente des Bohrungskreises gerichtete, sondern gegen dieselbe unter einem spitzen Winkel geneigte Führungsseite bewirkt aber, dass aus dem gegen dieselbe beim Vorstossen des Geschosses stattfindenden Drucke ein gegen die Geschossachse gerichteter Seitendruck resultirt, d. i. eine in allen Zügen wirksame, das Geschoss gegen seine Achse zusammenpressende Kraft, welche man forcirende Kraft nannte. Wird das Geschoss durch die früher angeführte Einrichtung der Züge (excentrische Basis und Schiebzug) centrirt, so wird dasselbe durch die Wirksamkeit der forcirenden Kraft fixirt; denn nun kann in Folge des Anstossens des Geschosses an die Führungsseite ein allenfalls angeregtes Zurückschleudern desselben nicht mehr unbehindert vor sich gehen, sondern es ist hierbei die aus der forcirenden Kraft entspringende Reibung zu überwinden, weshalb diese unstreitig sinnreiche Konstruktion der Züge ganz geeignet ist, den Geschossschwankungen nach Möglichkeit zu begegnen. — Dass ihnen durch dieselbe vollständig begegnet werde, kann man aber nicht behaupten, da die angeführten Bedingungen hiezu in der Praxis, namentlich bei viel gebrauchten Rohren, nicht vollkommen einzuhalten sind. Ueberdies konpliciren auch diese allerdings tief durchdachten Bedingungen die Herstellung der Züge, so dass man dieselben gerne verlassen wird, sobald die ihnen zu Grunde liegende Absicht auf eine einfachere Weise erreicht und durch diese vielleicht auch an Trefffähigkeit gewonnen werden kann, wie es bei der österreichischen Konstruktion der Bogenzüge der Fall ist.

§. 77. Die von der österreichischen Artillerie im Jahre 1859 ausgeführten komparativen Versuche mit einer eroberten französischen gezog. Kanone (System La Hitté) und einer 6pf. gezog. Kanone österr. Konstruktion; so wie die in grosser Ausdehnung im Jahre 1860 fortgesetzten Versuche mit gezogenen Feld-Kanonen österreichischer Konstruktion führten schliesslich zur Annahme des im Nachstehenden beschriebenen Zugprofils.

(Fig. 59 n. $^1/_1$.)



Bei den österreichischen 6- und 12pf. gezogenen Feldkanonen-Rohren (System 1860) ist die Bohrung (Fig. 59 zeigt die Bohrung *B* mit eingeführtem Geschosse *S*), deren ganze Länge 51 $^1/_2$″ und 64$^3/_4$″, und deren Durchmesser 3·66″ und 4·58″ beträgt, vom Geschosslager bis zur Mündung — d. i. von der Mündung aus, beziehungsweise auf 47″ 9‴ und 60″ 11‴ reichend — mit 6 flachen trapezförmigen in gleichen Abständen liegenden Zügen versehen, welche im Profile dem französischen System La Hitté nachgebildet sind. Das Patronenlager bleibt glatt gebohrt.

Der gleichförmige Drall der Züge macht auf die Länge der Bohrung eine halbe Umdrehung, wonach sich die Dralllänge mit 93$^2/_3$″ und 121$^5/_6$″ ergibt. Der Drallwinkel ist demgemäss nahe 7° und 6$^2/_3$°.

Die Züge haben an ihrer Basis eine kleinere Weite (*a c* = 8‴ 8^{IV}

und 10''' 10^{IV}) als an der Bohrungwand (nächst den Feldern); an letzterer sind die Züge und Felder nahezu gleich breit ($b\,d = 12'''$ $8\frac{1}{2}^{IV}$ und 16''' 8^{IV}). Die Tiefe der Züge beträgt 1''' 4^{IV} und 2'''. Die Felder sind 10''' 2^{IV} und 10''' 4^{IV} breit.

Die Führungsflächen $a\,b$.... (Fig. 59), und die Ladeflächen $d\,c$..... der Züge haben eine gleiche Neigung gegen die Basis und eine gleiche Breite. Die Basis der Züge und die anschliessenden Felder haben in einem senkrechten Querschnitte auf die Rohrachse eine parallele Lage gegeneinander. Der Spielraum zwischen Geschosskörper und Feld beträgt 1''' 4^{IV}, zwischen Warzen und Zugbasis 10^{IV}.

Die bei diesen Geschützen in Anwendung stehenden cylindro-ogivalen Lang-Geschosse sind mit 12 Zinkwarzen z versehen, welche nicht wie bei den vorbeschriebenen französ. 4-Pfdr.-Geschossen an der geführten Seite nach der Führungsfläche der Züge abgekantet, sondern durchaus cylindrisch sind; dieselben sind in zwei Reihen schachbrettförmig, in ähnlicher Weise wie bei den genannten 4pf. Geschossen angebracht.

Die in Fig. 59 dargestellte Schnittfläche des Rohrtheils liegt gegen die Mündung, oder der Querschnitt ist als von der Mündung aus betrachtet anzusehen, und die Geschosszapfen z lehnen sich an die Ladefläche $d\,c$ der Züge, so wie dies bei dem Einführen des Geschosses in die Bohrung stattfindet. Bei central gelagertem Geschosse beträgt die Isolirung des Geschosskörpers in der Bohrung ringsum 8^{IV} und der Zapfen in den Zügen 5^{IV}. Die Züge sind an der Basis $a\,c$ zu der Bohrungswand $b\,d$, wie schon erwähnt, koncentrisch.

Die cylindrischen Geschosszapfen gewähren wohl eine leichtere Erzeugung als die nach der Führungsfläche der Rohrzüge abgekanteten, jedoch werden erstere mit dem Rande, welchen ihre kreisförmige Fläche bildet, die Führungsflächen der Züge sehr angreifen, was bei Bronze-Rohren sich durch ein Ausfurchen, Ausschneiden, Aushobeln etc., kurz durch ein Wegschleifen oder Zerstören dieser Flächen kundgeben muss. Diese Beschädigungen werden naturgemäss grösser im rückwärtigen Theile der Bohrung als an der Mündung sein, weil die Zinkzapfen sich während der Geschossbewegung auch abschleifen, und dann mit einer abgekanteten Fläche wirken. Je grösser die Aufliegefläche wird, desto geringer ist die Abnützung sowohl der Zapfen als auch der Führungsflächen.

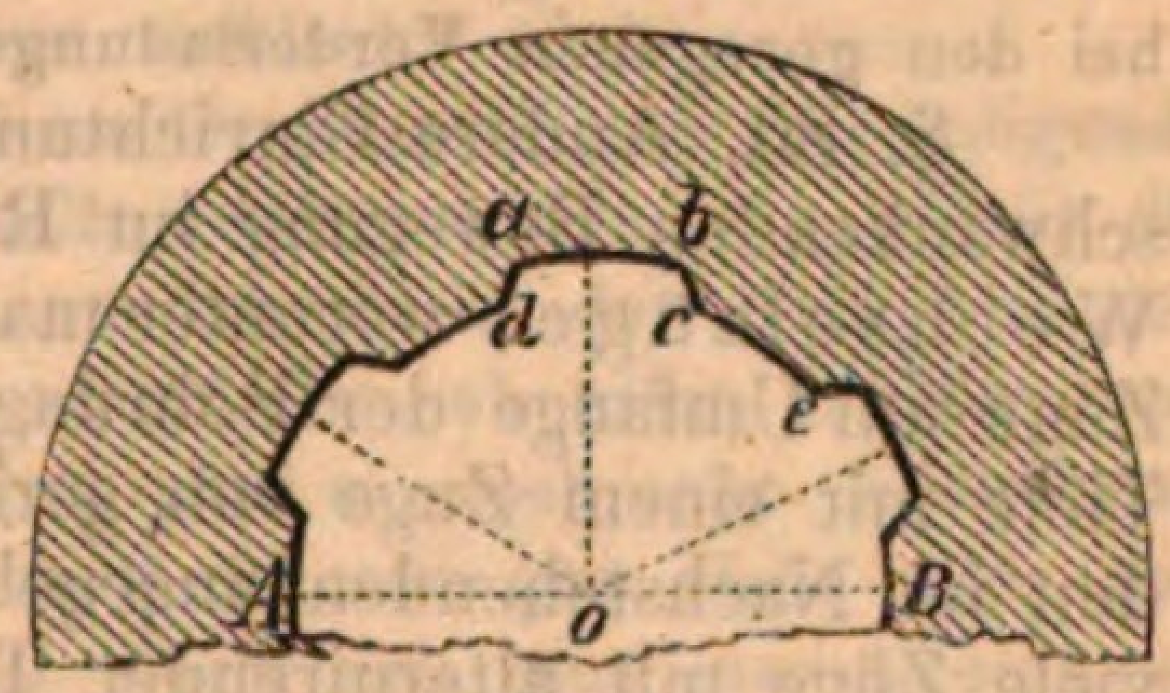
Bei den vorbeschrieben österr. gezog. Rohren suchte man die Centrirung der Geschosse durch eine besondere Stellung der Züge herbeizuführen; man ordnete nämlich letztere so an, dass die durch den Schwerpunkt des geladenen Geschosses gedachte Vertikallinie an der unteren Bohrungswand nicht auf die Mitte eines Feldes, sondern auf die Führungskante b, Fig. 59, §. 77, eines Zuges trifft. Hiedurch wird das Geschoss, welches sich beim Laden an die Ladefläcke $d\,c$. . . der Züge anlehnt, nach beendetem Laden im Geschosslager, bei dem Streben nach Unterstützung des Schwerpunktes, von den Ladeflächen abgleiten und sich an die Führungsflächen $a\,b$. . . anlehnen, an denen es, ihrer schiefen Lage wegen, sich gleichfalls etwas fortschiebt, so dass, wenn es zur Ruhe kommt, die Geschossoberfläche ringsum von den Feldern absteht, sonach das Geschoss isolirt erscheint, und da die Geschossachse der Bohrungsachse und die Warzen mit ihrer Führungsseite der Führungsfläche der Züge genähert sind, so ist auch das Geschoss nahezu als centrirt zu betrachten.

Dass dergleichen wirklich stattfindet, hat man dadurch bestätiget gefunden, dass unmittelbar nach dem Einführen des Geschosses in das Geschoss-

lager, sobald von demselben der Setzer entfernt wurde, ein deutlich wahrnehmbares Anschlagen des Geschosses an die Bohrungsfläche erfolgte, welches nur auf ein Herabfallen desselben mit seinen Warzen auf die Führungsfläche der in der unteren linken Bohrungshälfte befindlichen Züge schliessen liess, um so mehr, als man nach Besichtigung der Bohrung die Geschossoberfläche in der That von der Bohrungsfläche (den Feldern) ringsum isolirt und das Geschoss anscheinend centrirt fand. — Man sieht jedoch, dass diese Centrirung sehr unvollkommen, weiters eine feste, unwandelbare Anlehnung der Geschosswarzen an die Führungsfläche der Züge, d. i. eine jede Schwankung hindernde Fixirung, durchaus nicht stattfindet.

§. 78. Die 12pf. bronz. gezog. Feldkanone der piemontesischen Artillerie, mit Vorderladung und Zapfengeschossen, entspricht dem französischen Systeme. —

(Fig. 60.)

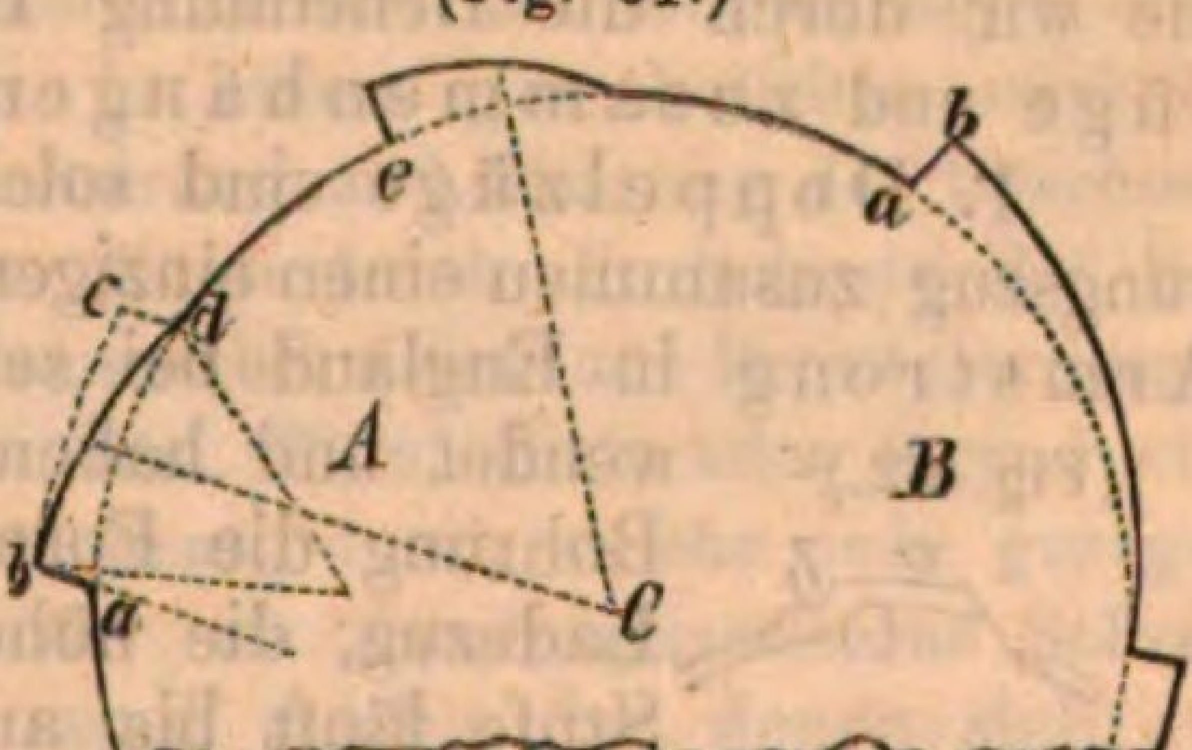


Die cylindrische Bohrung von nahe $80\frac{1}{2}''$ Länge ist bis auf 75″ von der Mündung aus gezogen, und hat einen Durchmesser $AB = 4{\cdot}5''$. — Die 6 Züge, nach dem französischen Zugprofil, Fig. 60, machen auf die gezogene Bohrungslänge nahe eine halbe Umdrehung; sind $1\frac{1}{2}'''$ tief und $10'''$ (ab) breit. Die Führungs- und Ladeflächen (ad und bc) sind gegen die Basis der Züge geneigt. Die Breite der Felder ce beträgt $1{\cdot}5''$.

Die zugehörigen cylindro-ogivalen Hohlgeschosse sind an der Spitze etwas abgeflacht, bei $2\frac{1}{4}$ Kaliber lang, und mit 12 Zinkwarzen in 2 Reihen versehen. Die Warzen haben eine Höhe von $1\frac{1}{4}'''$, und einen elliptischen Querschnitt, dessen grosse, zur Geschoss-Grundfläche parallele Achse bei $9\frac{1}{2}'''$, die kleine Achse $8'''$ lang ist. An ihrer linken Seite sind die Warzen auf $4'''$ Breite schief abgeflacht.

§. 79. Eine besondere Gattung der Züge entsteht dadurch, dass man die Basis und die Ladeflächen der im Querschnitte viereckigen Züge durch eine einzige krumme Fläche bd ersetzt oder begrenzt, wie dies in Fig. 61 A ersichtlich gemacht ist.

(Fig. 61.)



Derlei Züge pflegt man Reliefzüge zu nennen, weil der durch die Zugflächen begrenzte und von dem Bohrungscylinder abgewickelte Körper ein dreiseitiges Prisma bildet.

Man konstruirt diese Züge auch derart, dass die Bögen bd des Zugprofils und de des Bohrungsquerschnittes in einen Bogen be übergehen, wie dies Fig. 61 B versinnlicht.

Die Art und Weise, wie diese Züge angewendet werden, weicht gänzlich von jener ab, wie die Keilzüge bei der Keil- oder Spiralbohrung oder jener mit excentrischen Kreisbogenzügen angewendet werden.

Wenn Fig. 61 A und B die Querschnitte der Bohrungen bei rechts zügigen Rohren von rückwärts gesehen vorstellen, so sind ab, ab die Führungsflächen und bd, be die Ladeflächen der Züge abd und abe, und es ergibt sich in der Art der Bewegung und der Führung der Ge-

schosse gegenüber jener in den Bohrungen mit den bereits oben beschriebenen trapezförmigen Zügen kein bemerkenswerther Unterschied. Nur wird die Querschnittsfläche der dreieckigen Züge, so wie jene der Geschossleisten, bei gleicher Breite und Tiefe, kleiner als die Querschnittsfläche der trapezförmigen oder rechteckigen Züge *a b c d*, Fig. 61 *A*, ohne jedoch die Leisten in ihrer Festigkeit zu schwächen; auch ist ein ausgehender Winkel *b c d* durch die krumme Begrenzung *b d* der Züge vermieden, und dadurch die Festigkeit des Rohres erhöht worden.

Diese Vortheile sind gegenüber der bei den oben angegebenen Spiralbohrungen eintretenden Verwerthung der Keilzüge für die sichere und feste Geschossführung noch immer gering zu nennen; — bei diesen Bohrungen ist die Geschossführung auch in ganz anderer Weise eingeleitet, wie dies aus der folgenden Besprechung derselben erhellet.

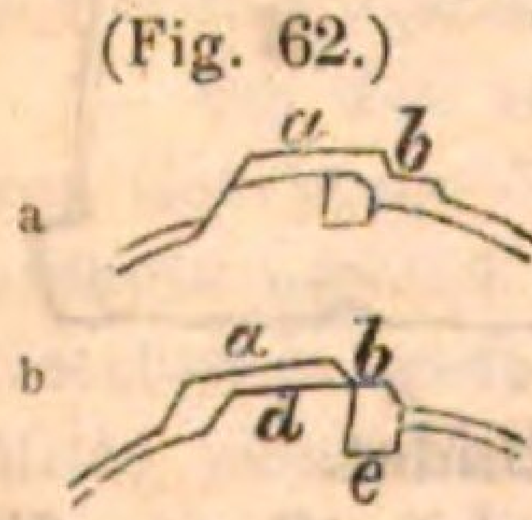
Die Reliefzüge werden theilweise, namentlich in England und Frankreich bei den gezogenen Vorderladungsrohren angewendet.

§. 80. Andere Einrichtungen der Züge, um die Geschosse vor einer schwankenden Bewegung im Rohre zu sichern, sind jene der sogenannten Wechselzüge, worunter man im Allgemeinen eine solche Anordnung der Züge am Umfange der Bohrungsfläche versteht, dass ein Zug von grösserer Tiefe mit einem Zuge von geringerer Tiefe wechselt und das Rohr, unter den im Nachstehenden angegebenen Modifikationen, in Summa doppelt so viele Züge mit alternirender Tiefe besitzt, als Leisten am Geschosse vorhanden sind. Die Züge mit grösserer Tiefe kann man Ladezüge, die anderen Führungszüge nennen, — da das Geschoss mit seinen Leisten beim Laden in erstere geschoben, im Geschosslager angelangt, aber seitwärts in die Richtung nach den minder tiefen Zügen gewendet wird, durch welche es beim Schusse das Rohr verlässt, von denselben aber eine so scharfe Zusammenzwängung erhält, dass es gleichzeitig centrirt und fixirt wird.

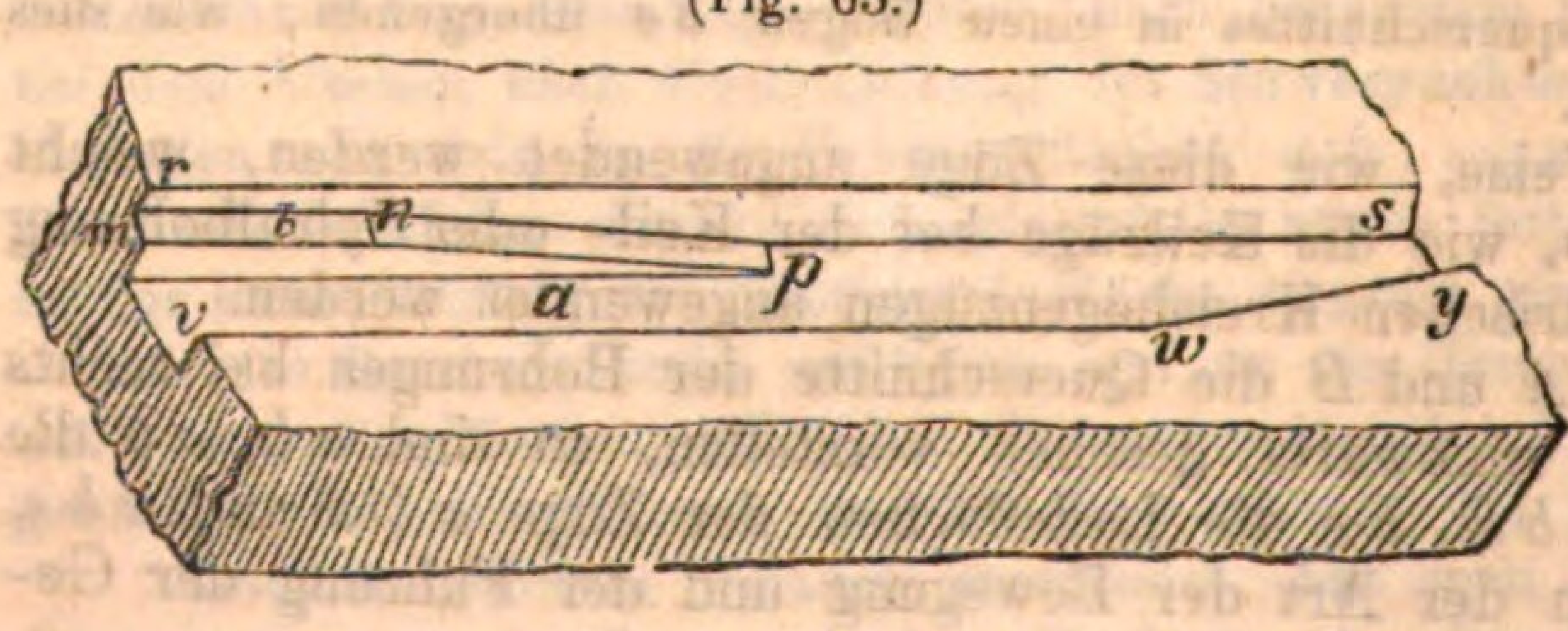
Man hat bis jetzt dreierlei Arten von Wechselzügen kennen gelernt, die wir durch die Benennung Doppelzüge, getrennte Wechselzüge und zusammenhängende Wechselzüge bezeichnen wollen.

1. Doppelzüge sind solche, bei welchen je ein Lade- und Führungszug zusammen einen einzigen Zug (Doppelzug) bilden. Sie wurden von Armstrong in England bei seinen Vorderladungs-Geschützrohren angewendet und haben, Fig. 62 und 63, im vorderen Theile der Bohrung die Form von 2 Stufen, wovon die tiefere *a* den Ladezug, die höhere *b* den Führungszug vorstellt. Letztere Stufe läuft bis auf 8″ einwärts der Mündung parallel zur ersteren, Fig. 63 *m n*, und dacht sich gegen diese in der Entfernung von weiteren 14″, *n p*, derart ab, dass in dem Abstande *m p* gleich 22″ von der Mündung beide Züge in einen einzigen einfachen Zug übergehen. Um das Hinüberschieben des Geschosses aus dem Ladezug in die Richtung des Führungszuges leicht zu bewirken, hat der

(Fig. 62.)



(Fig. 63.)



Doppelzug die Form eines Schiebzuges, so dass ein längs der Ladefläche *vwy* in das Geschosslager eingeführtes Geschoss von selbst an die Führungsfläche *rs* des Führungszuges angeschoben wird. (Fig. 62 *a* zeigt das in die Mündung eingeführte, — Fig. 62 *b* das beim Schusse in der Bohrung in der Bewegung begriffene Geschoss nächst der Mündung.)

Bleibt das Geschoss, wie Armstrong voraussetzt, während seiner im Rohre stattfindenden Bewegung unausgesetzt an die Führungsfläche *rs* angeschlossen, so gelangt dasselbe auf diesem Wege an die Abdachung *pn*, gleitet über dieselbe hinauf und erhält auf der letzten 8'' langen Strecke *nm*, eine derart enge schliessende Führung, Fig. 62 *b*, dass es ohne zu schwanken das Rohr verlässt, weil der Abstand der Kopffläche der Geschossleisten von der Geschossachse gleich jenem der Basis *b* des Führungszuges von der Bohrungsachse ist. — Das Geschoss hat drei mit demselben im Ganzen gegossene Leisten *d*, welche auf der Führungsseite mit eigenen, besonders angegossenen Bleileisten *e* zur Schonung der Züge verkleidet sind.

Nach den Berichten Armstrongs soll diese Geschossführung befriedigende Resultate ergeben haben, was auch keinesfalls zu bezweifeln ist, sobald die Bewegung des Geschosses sich von Schuss zu Schuss in der beabsichtigten Weise wiederholt. Ob dieses aber wirklich stattfindet, ob nicht in Folge von Schwankungen, welche das Geschoss erfährt ehe es noch zur Abdachung gelangt, letztere und so auch die Stufe vom Geschosse gar nicht oder nur theilweise passirt wird, wonach keine oder doch nur eine unvollkommene Centrirung und Fixirung des Geschosses bewerkstelligt wird, ist eine, wie wir glauben, nicht mit Unrecht zu stellende Frage. Uebrigens beschränkt sich die Centrirung und Fixirung des Geschosses blos auf die letzte von demselben in der Bohrung zurückzulegende Wegstrecke von 8'', was einem momentanen Hineinzwängen der Geschossachse in die erwünschte Lage gleichkommt und mindestens nicht Jedermann ein unbedingstes Vertrauen einzuflössen vermag, dass dies schon genügend sei, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen. Ferner ist nicht zu läugnen, dass die Konstruktion des Doppelzuges etwas komplicirt sei, da man streng genommen in einem gewöhnlichen einfachen Zuge einer eigenen Stufe bedarf, um die Centrirung und Fixirung des Geschosses zu bewirken. Von einer Beschädigung der Züge durch die Schrote des Kartätschenfeuers wollen wir nicht reden, da man sich bei den aus Bronze erzeugten Feldgeschützrohren gewönhlich weicher, aus Blei, Zinn, Zink oder irgend einer Legirung dieser Metalle erzeugter Schrote bedient, durch welche jede gezogene Bohrung auch wirklich mehr geschont wird, als durch gusseiserne Schrote.

2. Getrennte Wechselzüge sind solche, bei denen sich zwischen jedem Lade- und Führungszuge ein Feld befindet. Der grossherzoglich badische Artillerie-Major Bar. v. Freydorf hat ein Rohr mit solchen Zügen konstruirt und versucht.

Im Wesentlichen ist die von demselben angegebene Bohrungskonstruktion die nachfolgende:

Das Rohr, ein gezog. bronz. 4pf. Feldgeschützrohr mit Vorderladung, ist koncentrisch gebohrt, hat 6 von der Rechten zur Linken gewundene Züge, welche in gleichen Abständen eingeschnitten sind.

Die 3 ungeraden Züge (Ladungszüge) sind grösser in ihrem Querschnitte als die 3 geraden (Führungszüge), welch' letztere nach dem Kreiner'schen System eingerichtet und gegen die Mündung in dem Masse verengt sind, als sich die Breite der Geschossleisten durch das Unter-

schieben in den Spielraum verringert; — hiebei sind die Führungsseiten dieser Züge etwas steiler gehalten.

Das zugehörige Spitzhohlgeschoss ist mit einer Bleiumhüllung versehen und hat längs dem cylindrischen Geschosstheil 3 Führungsleisten, welche in ihrem Querschnitt den 3 engeren d. i. den Führungszügen der Rohrbohrung entsprechen. Das Geschoss wird beim Laden mit den Leisten durch die grösseren Ladungszüge eingeführt, vor dem Pulverladungsraume mittelst einer am Ende der Setzerstange angebrachten Gabel, welche in den entsprechenden Einschnitt am ogivalen Geschosstheile passt, so gedreht, dass die Leisten genau hinter die engeren Führungszüge zu liegen kommen, in welche sie sonach beim Schusse eintreten.

Zwischen Geschosskörper und Seelenwand ist ein geringer Spielraum. Die Rohrlänge ist im Verhältniss um ein Geringes grösser, und der Drall um etwas gestreckter gehalten, als beim preussischen gezogenen 6-Pfdr.

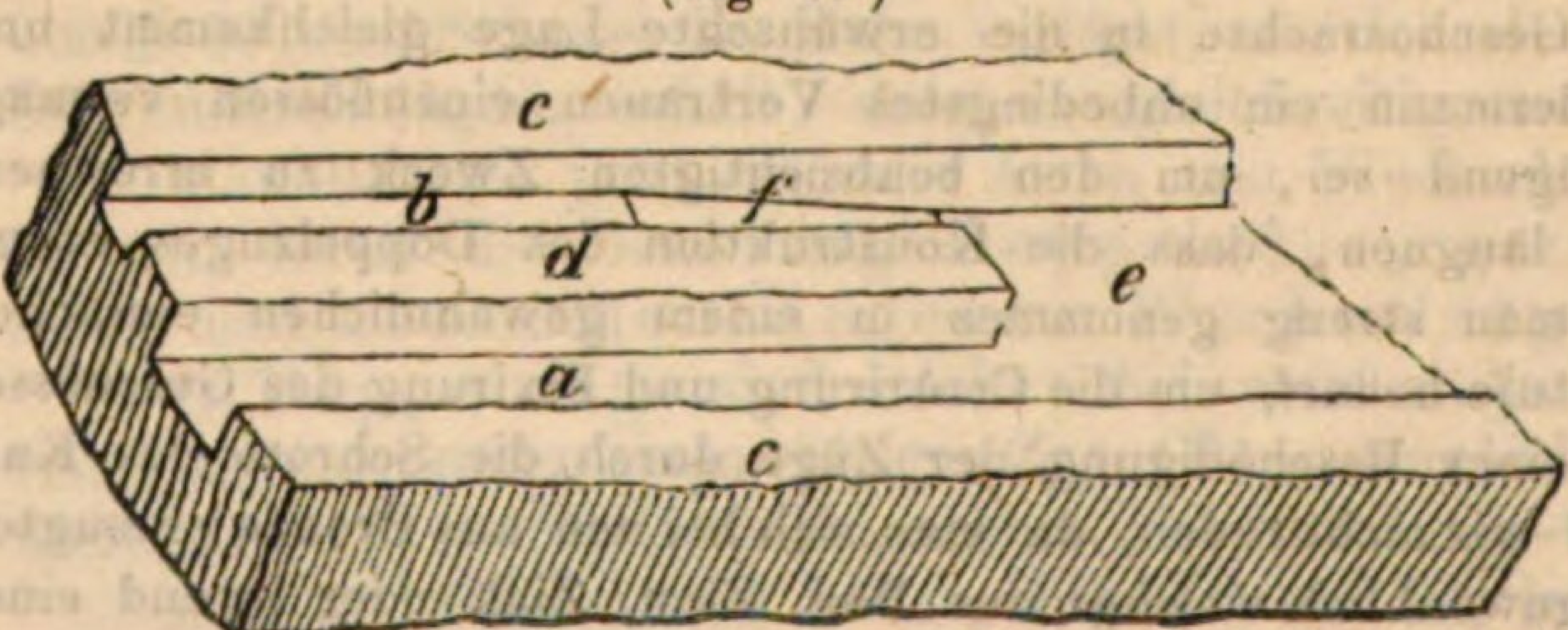
Eine später vorgenommene geringe Aenderung an diesem Profile ergab die in Fig. 64 und 65 dargestellte Bohrungs-Konstruktion.

(Fig. 64.)



Von den 8 Zügen mit alternirender Tiefe entspricht der Querschnitt der 4 Führungszüge *b* dem Querschnitte der Leisten der mit einem Bleimantel versehenen Geschosse; der Querschnitt der 4 Ladezüge *a* gestattet das Laden der Geschosse mit einem Spielraum von 6^{IV}. Die Züge gehen von der Mündung bis zum Patronenlager. Um die Geschosse beim Anlangen im Geschosslager aus den Ladezügen in die Führungszüge schieben zu können, sind daselbst (Stelle *c* Fig. 65) jene Felder *d* abgenommen,

(Fig. 65.)



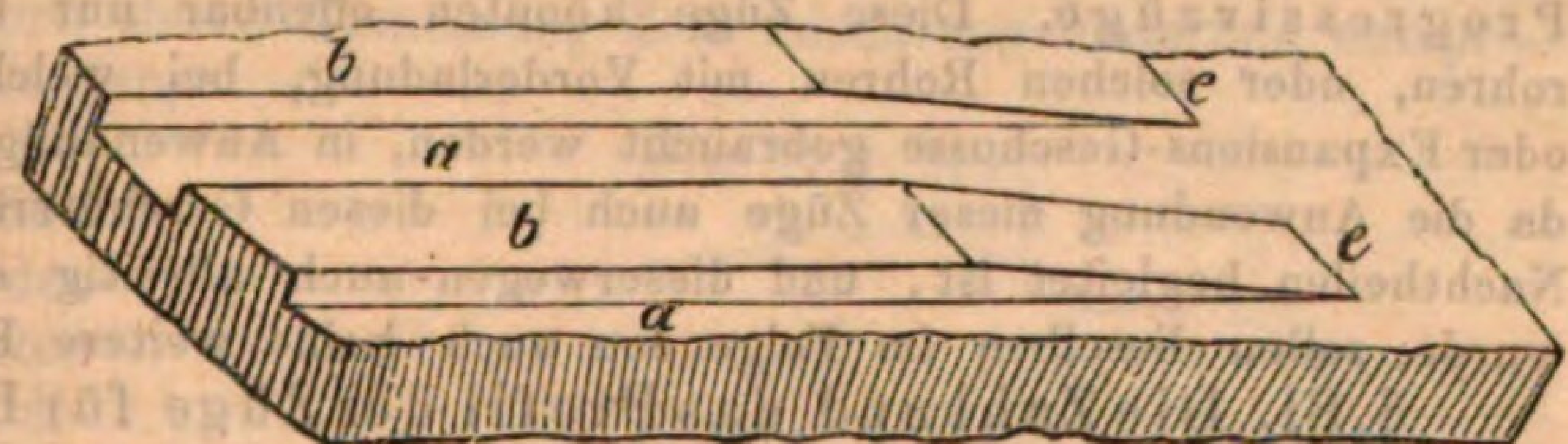
die zwischen solchen Zügen liegen, die zusammen einen Wechselzug bilden, und es ist die Basis der Führungszüge auf eine gewisse Strecke *f* derart gegen das Geschosslager abgedacht, dass sie daselbst in die Peripherie desselben d. i. in die Peripherie der Basis der Ladezüge fällt.

Die mit dieser Konstruktion ausgeführten Versuche haben gute Resultate ergeben; wir sind auch der Meinung, dass dieselbe der Armstrong'schen unbedingt vorzuziehen sei, weil hier die beabsichtigte Centrirung und Fixirung der Geschosse, der andauernden geschlossenen Führung in den Führungszügen wegen, mehr gesichert erscheint, als bei jener Armstrongs. Gleichwohl ist auch bei dieser Konstruktion — wie Freydorf selbst auch hierauf Bedacht nahm — eine derart falsche Lagerung der Projektile im Geschosslager möglich, wodurch die Leisten ganz hinter die Felder oder zum Theile hinter diese und zum Theile hinter die Führungs- oder Ladezüge zu liegen kommen, was offenbar zu unregelmässigen Schüssen führen muss. Ferner kann ihr — gleich der Armstrong'schen — die schon dort bemerkte Komplicirtheit nicht abgesprochen werden, denn gleich wie dort die Centrirung und Fixirung der

Geschosse durch eine in einem breiten Zuge eigens hergestellte Stufe bewirkt wird, so sind hier zweimal so viel Züge erforderlich, als eigentlich zur Geschossführung dienen.

3. Zusammenhängende Wechselzüge sind jene, bei welchen die Lade- und Führungszüge nicht durch Felder getrennt sind. Sie geben dem Bohrungsquerschnitte die Gestalt, die im Allgemeinen jener gleich ist, welche der Querschnitt einer mit gewöhnlichen rechteckigen breiten Zügen versehenen Bohrung besitzt; der Unterschied zwischen beiden besteht nur in der eigenthümlichen Bestimmung, welche Züge und Felder der letzteren erhalten, wenn sie die Bohrung eines Rohres mit zusammenhängenden Wechselzügen bilden sollen. In diesem Falle dienen nämlich die Züge *a* Fig. 66 dazu, um das mit einem Bleimantel versehene Leistengeschoss mit Spielraum laden zu können, und bilden sonach die Ladezüge des Rohres, die Felder *b* dagegen haben den Zweck, die Geschosse zu centriren und zu fixiren, diesen daher als sichere Führung während ihrer Bewegung vom Geschosslager bis zur Mündung zu dienen, und spielen hiemit die Rolle der Führungszüge. Das dieselben zu diesem Zwecke eine eigene Einrichtung (Haar-Züge, Kannelirungen etc.) erhalten müssen, versteht sich von selbst. Um die Projektile im Geschosslager aus den Ladezügen vor die Felder (Führungszüge) wenden zu können, sind letztere daselbst (Stelle *e* Fig. 66), wie in der Freydorf'schen Bohrung abgenommen, wonach des Geschoss- und Patronenlager überhaupt einen glatten, cylinderförmigen (nicht mit Einschnitten oder Stufen versehenen) Bohrungstheil bildet. Die Felder dachen sich gegen diesen Theil hin entsprechend ab, wie Fig. 66 zeigt.

(Fig. 66.)



Der österr. Bergrath Wagner, Direktor des k. k. Eisenwerkes zu Maria-Zell, hat dem Vernehmen nach die Felder glatt belassen und die beabsichtigte Centrirung und Fixirung der Geschosse durch eine eigenthümliche Einrichtung derselben erreicht, auch die Rotation derselben war durch diese Einrichtung gesichert. An anderen Orten hat man die Felder durch eine gewisse Anzahl kleinerer Züge, wie man sie den Hinterladungsrohren zu geben pflegt, kannelirt, wie dies in Fig. 67 dargestellt ist, um sich bei jedem Schusse in derselben Weise der Führung und Rotation der Geschosse zu versichern. Auch bei dieser Einrichtung hat man gute Schussresultate erhalten.

(Fig. 67.)



Es bedarf jedoch keiner besonderen Darlegung, um einzusehen, dass beide Konstruktionen für Feld- und Gebirgsgeschütze ganz ungeeignet sind; denn wer vermag im Schnellfeuer beim Laden die Geschosse im Geschosslager gerade nur so viel zu wenden, dass ihre Bleileisten genau vor die Felder zu liegen kommen — und ist dies nicht der Fall, so müssen die Schüsse offenbar unregel-

mässig und zwar weit unregelmässiger als durch die Freydorf'sche Bohrung ausfallen, da in letzterer die Drehung doch eine bestimmte Begrenzung findet, mithin die falsche Lagerung in der That nur Folge eines in der Eile begangenen Versehens sein kann, während in ersteren die Drehung durch nichts begrenzt wird, und das Geschoss somit voraussichtlich, selbst bei einem Feuer von mässiger Geschwindigkeit, zumeist eine falsche Lage erhält. Nur bei Mörserrohren, welche immer mit einer besonderen Aufmerksamkeit geladen werden und ihrer Kürze wegen auch die richtige oder falsche Lage der Geschosse erkennen lassen, könnte man von den ersteren Konstruktionen Gebrauch machen, falls keine andere einfachere zu Gebote stehen würde.

Anmerkung. Wenn man die Züge eines Rohres derart anordnet, dass ihre Tiefe von der Mündung bis zum Geschosslager allmälig zunimmt, so erhält man Züge mit zunehmender oder progressiver Tiefe auch Progressivzüge. Diese Züge könnten offenbar nur bei Hinterladungsrohren, oder solchen Rohren mit Vorderladung, bei welchen Kompressions- oder Expansions-Geschosse gebraucht werden, in Anwendung kommen. Allein da die Anwendung dieser Züge auch bei diesen Geschützrohren von grossen Nachtheilen begleitet ist, und dieserwegen auch allseitig davon abgegangen wurde, sollen dieselben im Folgenden auch keine weitere Erwähnung finden.

§. 81. Die Zahl und das Profil der Züge für Hinterladungsrohre mit Kreisbohrung. Die Geschützrohre, welche für die Hinterladung eingerichtet sind, gestatten es, Geschosse in Anwendung zu bringen, welche mit einer weichen Materie umhüllt sind und den Spielraum aufheben.

Diese Geschosse werden gewöhnlich mit einem glatten Bleimantel, oder einem Gürtel aus anderen weichen Metallen etc. umgeben, und beim Laden des Geschützes in den rückwärtigen glatten Bohrungstheil gebracht. Hat das Geschoss am cylindrischen Bleimantel einen fast eben so grossen Durchmesser wie das Rohr zwischen den Zügen, welche vor dem gelagerten Geschosse beginnen, so wird es beim Schusse durch die Spannkraft der entwickelten Pulvergase in den gezogenen Bohrungstheil getrieben, und die zwischen den Zügen befindlichen Felder, welche als erhabene Theile in der Bohrung erscheinen, müssen sich in den Bleimantel einschneiden und einpressen. Dadurch füllt sich der gezogene Bohrungstheil dicht aus, und am Geschossmantel bleiben Leisten stehen, welche in die Züge eingreifen und bei der fortschreitenden Bewegung des Geschosses der Zugwindung folgen, daher dessen Rotation vermitteln.

Aus dem Gesagten ist zu entnehmen, dass diese Rohr- und Geschosskonstruktion die vorgenannten Bedingungen der Centrirung und Fixirung des Geschosses zur Erzielung einer von allen Schwankungen freien Ceschossbebewegung in der Bohrung am vollkommensten erfüllt, nachdem die Geschosse schon beim Antritte ihrer Bewegung in der Rohrbohrung centrirt und fixirt sind und in diesem Verhältnisse bis zum Austritte aus derselben verharren, so dass hier von einer schwankenden Bewegung derselben im Rohre gar nicht die Rede sein kann, nachdem die Grundursache derselben, d. i. der Spielraum nicht vorhanden ist.

Hiernach sollte das System der Hinterladung mit Pressionsgeschossen die allgemeinste Anwendung finden, allein gewichtige Gründe sprechen in einzelnen Fällen dagegen, was wir im Folgenden — bei der „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Wirkung" — näher erörtern wollen.

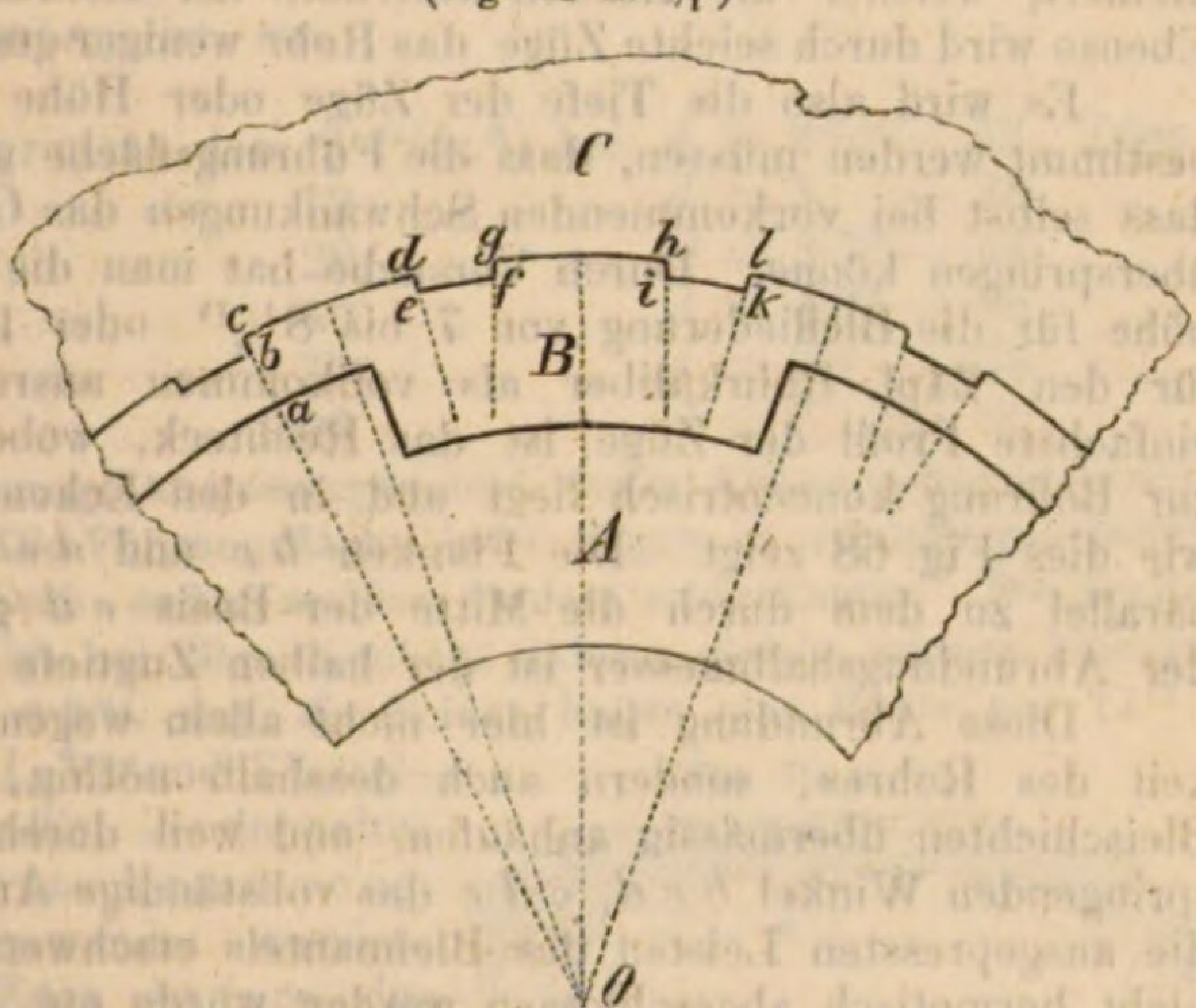
(Wir erwähnen hier nur die Schwierigkeiten, welche sich der Schaffung

eines dauerhaften mechanischen und hermetischen Abschlusses der Bohrung entgegenstellen, der möglichst einfach eingerichtet und leicht zu handhaben wäre, sowie jene, welche der Adoptirung dieses Princips bei Feldgeschützen, — d. i. Leichtigkeit des Rohres, schnelles Feuer und unterbrochene Kampffähigkeit, — entgegenstehen.)

Aus dem oben erwähnten Vorgange ist es einleuchtend, dass nicht nur die Zahl, sondern auch die Abmessungen der Züge, oder vielmehr der Felder, einen wesentlichen Einfluss auf das leichte Einpressen des Bleimantels und auf die sichere Führung des Geschosses während der Bewegung in der Rohrbohrung haben müssen.

Ausser Blei können auch andere weiche Metalle, ja selbst Pappe, Leder etc. als Führungs- oder Liederungsmateriale zu den Geschossmänteln verwendet werden, doch muss dann die Anordnung der Mäntel und der Züge, sowie auch deren Abmessung dem Liederungsmateriale entsprechend modificirt werden.

(Fig. 68 n. $^1/_1$.)



Stellt *A*, Fig. 68, einen Theil des Geschosskernes, *B* den darüber angebrachten Bleimantel, und *C* einen Theil der gezogenen Bohrung dar, in welcher sich das Geschoss bewegt; so ist es zuerst einleuchtend, dass der Halbmesser *a o* des Eisenkernes um ein gewisses Mass kleiner sein müsse als der Halbmesser *b o* der Bohrung an den Feldern der Züge. Dieses Mass *a b* ist die kleinste Dicke des Bleimantels nach dem Einpressen in die gezogene Bohrung, und berechnet sich aus der Festigkeit des Bleies und der Kraft oder dem Widerstande, welchen die Züge dem fortschreitenden Geschosse entgegensetzen, um dessen Rotation herbeizuführen.

Dieser Widerstand sucht offenbar den Bleimantel der Länge nach aufzureissen, und wird dies auch erzielen, wenn die Dicke *a b* zu gering ist.

Vermehrt man dieses Mass *a b* um die Tiefe der Züge *b c*, so hat man die grösste Dicke *a c* des Bleimantels.

Wird das geliederte, glatte Geschoss in den gezogenen Theil der Bohrung gepresst so müssen sich in dem äusseren Ringe des Bleimantels, der zu seiner Dicke die Zugtiefe *b c* hat, die Felder *d e f g*, *h i k l* einschneiden. Nennt man *f* die Querschnittfläche eines Feldes, und *n* die Zahl der Züge, so ist die Fläche der zu verdrängenden Bleimasse *n f*.

Je grösser diese Fläche ist, ein desto grösserer Theil der Pulverkraft wird zu dem Einpressen des Geschosses in den gezogenen Theil der Bohrung nöthig sein, also desto schwieriger wird das Geschoss überhaupt

eingepresst werden können. Ist F der Flächeninhalt des Zug- oder Leisten-Querschnittes, so ist $n F$ die Summe dieser Querschnitte, von deren Anzahl und Grösse offenbar die genügende und sichere Geschossführung abhängen wird. Ebenso, wie es wünschenswerth ist, $n f$ recht klein zu machen, ist es vortheilhaft $n F$ recht gross zu haben.

Man wird also im Allgemeinen bei einer gegebenen Zugtiefe h die Züge viel breiter als die Felder machen. Untersucht man die Grösse der Zugtiefe h oder die Höhe der durch die Einpressung des Bleimantels stehengebliebenen Leisten $b c d e$, so wird man bald einsehen, dass die Grösse h durchaus nicht die Haltbarkeit der Leisten erhöht, vielmehr wird man finden, dass es vortheilhaft ist, die Höhe der Leisten so klein als möglich zu machen. Dadurch werden nicht nur die reibenden Flächen im Rohre und der Widerstand der Luft gegen die Leisten in der Flugbahn vermindert, sondern auch der Inhalt des durch die Felder wegzupressenden Bleiringtheiles und der Hebelsarm jenes Widerstandes verkleinert, welcher die Leisten innerhalb der Bohrung abzubrechen strebt. Ebenso wird durch seichte Züge das Rohr weniger geschwächt als durch tiefe.

Es wird also die Tiefe der Züge oder Höhe der Geschossleisten so bestimmt werden müssen, dass die Führungsfläche genügend gross ist, und dass selbst bei vorkommenden Schwankungen das Geschoss die Züge nicht überspringen könne. Durch Versuche hat man die Zugtiefe oder Leistenhöhe für die Bleiliederung von 7 bis $8^1/_2{}^{IV}$ oder $1{\cdot}3^{m.m}$ bis $1{\cdot}6^{m.m}$, selbst für den 24pf. Rohrkaliber als vollkommen ausreichend gefunden. Das einfachste Profil der Züge ist das Rechteck, wobei jedoch die Zugbasis zur Bohrung koncentrisch liegt und in den Ecken etwas abgerundet ist, wie dies Fig. 68 zeigt. Die Flanken $b c$ und $d e$ des Zuges $b c d e$ sind parallel zu dem durch die Mitte der Basis $c d$ gehenden Durchmesser; der Abrundungshalbmesser ist der halben Zugtiefe gleich.

Diese Abrundung ist hier nicht allein wegen Erhöhung der Festigkeit des Rohres, sondern auch desshalb nöthig, weil sich abgepresste Bleischichten übermässig anhäufen, und weil durch die etwa scharf ausspringenden Winkel $b c d$, $c d e$ das vollständige Ausfüllen der Züge durch die ausgepressten Leisten des Bleimantels erschwert, daher der Spielraum nicht hermetisch abgeschlossen werden würde etc.

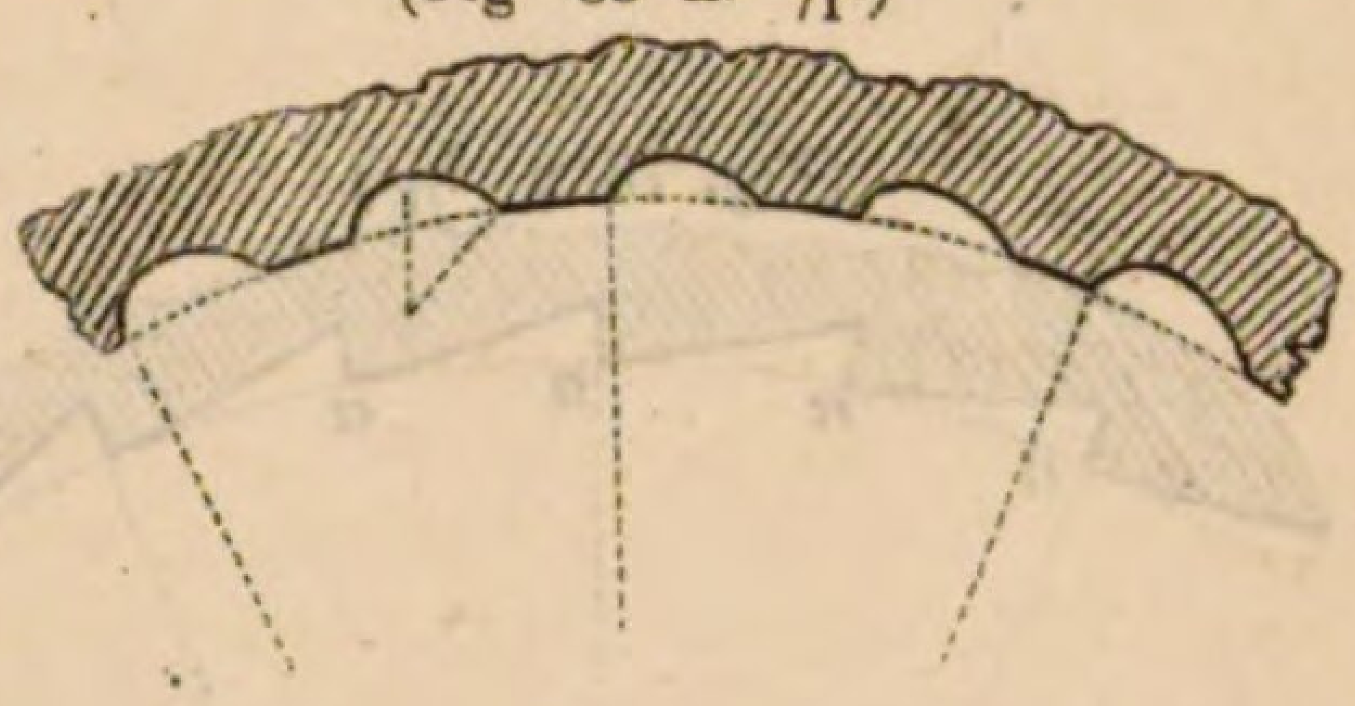
Da die Tiefe der Züge sehr gering sein kann, und wie schon angegeben worden ist, die Züge auch breiter als die Felder sein sollen, so bleibt ausser der Ermittlung dieses Verhältnisses noch die Zahl der Züge zu bestimmen; je grösser die Zahl der Züge und der Flügel ist, desto regelmässiger wird sich das Geschoss im Rohre bewegen, und selbst Schwankungen, welche durch schiefe Stösse der sich entbindenden Pulvergase entstehen, werden minder störend auf die Gleichmässigkeit der Flugbahn einwirken.

Setzt man das Verhältniss der Zugbreite zur Feldbreite wie 2 : 1 fest, so handelt es sich nur darum, bei einem gegebenen Rohrkaliber die nöthige Feld- oder Zugbreite zu ermitteln, um dann die Zahl der Züge finden zu können. Am einfachsten ist es, die Feld- oder Zugbreite für alle Kaliber gleich gross anzunehmen und aus dem eben aufgestellten Verhältnisse die Zahl der Züge zu bestimmen, welche dann für Rohre von ähnlicher Konstruktion und gleicher Erzeugungsmaterie ebenso wie die Grösse der Kaliber wächst.

Die Breite der Felder oder der Züge kann nach diesen Voraussetzungen nur durch Versuche ermittelt werden.

Man fand bei gusseisernen Hinterladungs-Rohren und Pressions-Geschossen mit Bleimänteln für die Breite der Züge oder der Geschossleisten das Mass von $4\frac{1}{2}$ bis $5'''$, und für die Zugtiefe das Mass von 7 bis 9^{IV} genügend. Diese Angaben haben begreiflich nur eine specielle Giltigkeit, weil die Abmessungen der Züge und der Geschossleisten ebenso sehr von deren Form, als auch von der Materie der Mäntel, dem Dralle der Züge, der Grösse der Pulverladung, dem Gewichte und dem Kaliber der Geschosse abhängen werden. Bei den österr. 6-, 12- und 24pf. Kanonen mit Hinterladung ist die Zahl der Züge 18, 24 und 30. Das Zugprofil der Hinterladungs-Rohre nach Armstrongs Konstruktion, bei welchen ebenfalls Langgeschosse mit Bleimänteln angewendet werden, ist aus Fig. 69 ersichtlich.

(Fig 69 n. $^2/_1$.)

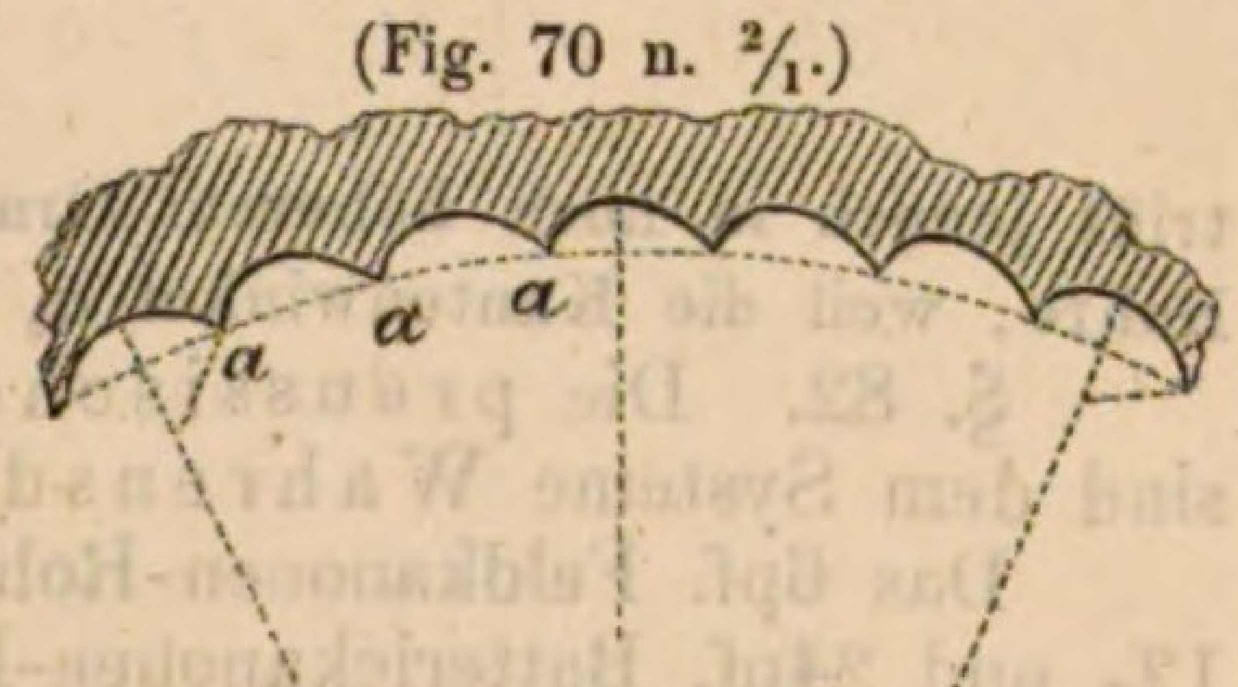


Dieser Konstrukteur gibt: dem	6-Pfdr.*)	bei	$d = 2{\cdot}5''$	— 32	Züge
	12 „	„	$d = 3$	— 38	„
	20 „	„	$d = 3{\cdot}75$	— 44	„
	40 „	„	$d = 4{\cdot}75$	— 56	„
	70 „	„	$d = 6.4$	— 48	„
	100 „	„	$d = 7$	— 72	„

Die Züge haben geringe Abmessungen und liegen knapp neben einander. Ihr Profil ist halbrund. Die Führungsfläche jedes Zuges ist stärker gekrümmt als die Ladefläche, und beide enden an den Feldern scharfkantig. Die Breite und die Tiefe der Züge ist bei allen Kalibern nahezu gleich; erstere beträgt ungefähr $1{\cdot}3'''$, letztere $0{\cdot}7'''$, und die Felder haben eine Breite von 11^{IV}.

Die Figuren 70, 71, 72 und 73 stellen verschiedene Zugprofile in doppelter Grösse dar, die theils von Armstrong, theils von Andern angewendet werden. Die Konstruktion der Züge ist aus der Zeichnung dieser Profile ersichtlich. Der geringen Abmessungen wegen pflegt man diese Züge auch Haarzüge zu nennen. Durch die grosse Zahl dieser Züge auf eine bestimmte Länge des Bohrungsumfanges ist die Führung des Geschosses hinreichend gesichert und sind die Angriffspunkte der führenden Kraft auf den ganzen Umfang des Geschossmantels möglichst gleichförmig vertheilt. Da jedoch bei der Zugkonstruktion für Hinterladungs-Rohre und Pressions-

(Fig. 70 n. $^2/_1$.)



(Fig. 71 n. $^1/_1$.)

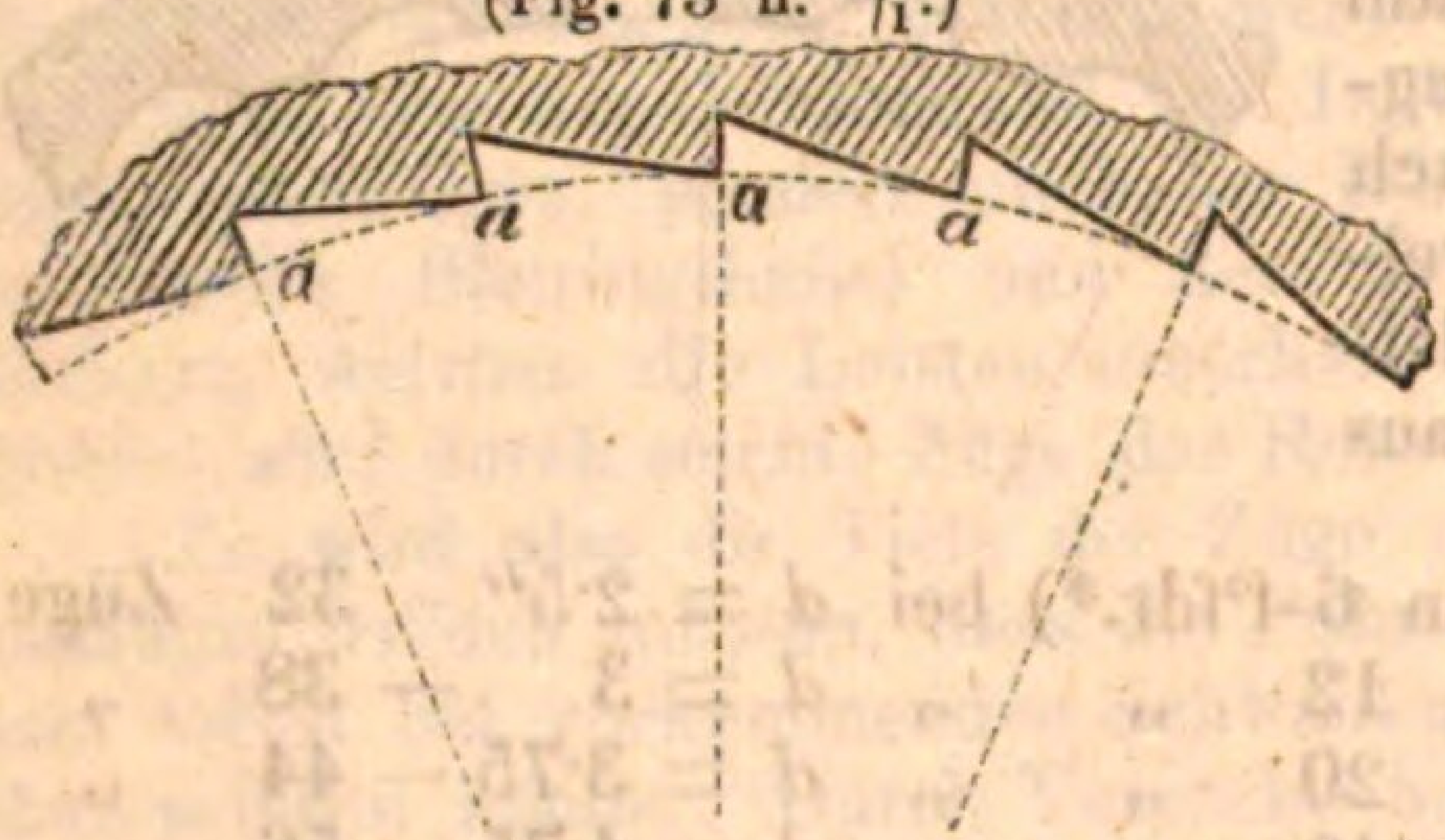


*) Wirkliches Geschossgewicht.

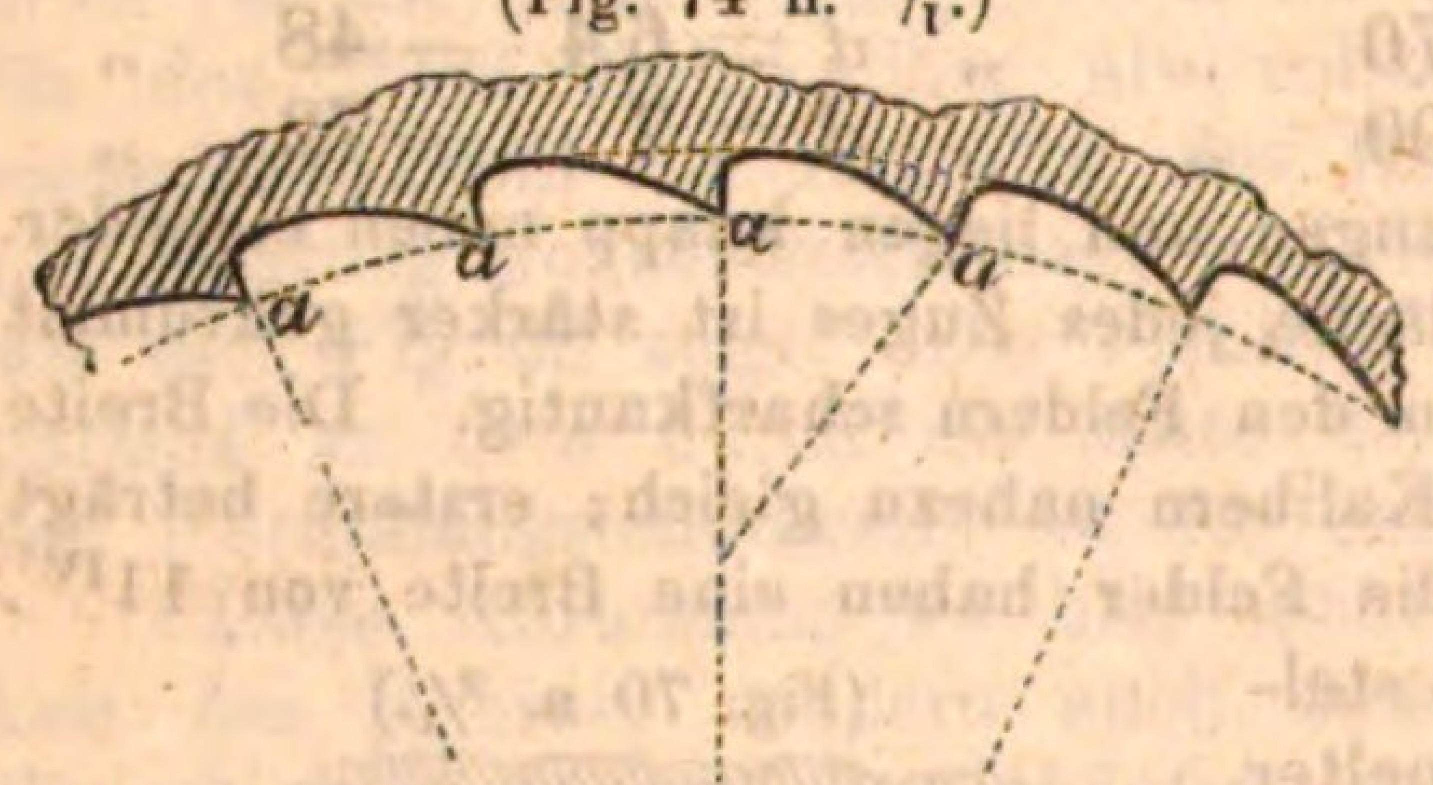
(Fig. 72 n. $^2/_1$.)



(Fig. 73 n. $^2/_1$.)



(Fig. 74 n. $^2/_1$.)



geschosse hauptsächlich darauf zu achten ist, dass die vom Geschossmantel wegzupressende Bleimasse ein Minimum, die Festigkeit der durch die Züge auszupressenden Geschossleisten hingegen ein Maximum werde; so ergibt sich nach diesen Forderungen der grössere oder geringere Werth der eben erwähnten Zugprofile durch eine einfache Vergleichung leicht von selbst. Ein recht gutes Zugprofil für Hinterladungs-Rohre und Geschosse mit Bleimänteln scheint das in Fig. 74 dargestellte zu sein; denn bei demselben ist in der That die wegzupressende Masse des Bleimantels sehr gering, die Festigkeit der gebildeten Geschossleisten hingegen ein Maximum, und die gute Führung des Geschosses lässt wenig mehr zu wünschen übrig.

Doch muss man diesem Zugprofil den Nachtheil zuerkennen, dass sich die darnach gezogenen Rohre, wegen der ziemlich scharfen Kanten bei *a*, *a*, *a* bald an den Feldern ausreissen und abnützen werden. Derselbe Vorwurf trifft jedoch in noch höherem Grade die nach dem Profil Fig. 70 gezogenen Rohre, weil die Kantenwinkel *a*, *a*, *a* noch spitziger sind, als in Fig. 74.

§. 82. Die preussischen gezogenen Hinterladungs-Rohre sind dem Systeme Wahrensdorf's nachgebildet.

Das 6pf. Feldkanonen-Rohr vom J. 1861 ist von Gussstahl, die 6-, 12- und 24pf. Batteriekanonen-Rohre vom Jahre 1860 von Eisen erzeugt.

Die cylindrische Bohrung ist bis zum Geschosslager gezogen; das Profil der Züge ist sägezähnförmig. Der Ladungsraum hat eine ähnliche Einrichtung wie die unten bei den österr. gezog. Hinterladungs-Rohren angegebene.

Der Kolbenverschluss schliesst die Bohrung rückwärts eben ab, und wird durch die Anwendung von Pressspahnböden beim Schusse vollkommen hermetisch gemacht.

Die zu diesen Geschützen gehörigen Geschosse bestehen aus einem Cylinder mit aufgesetzter Bogenspitze; und sind von letzterer bis zum Bodenreif mit einem Bleimantel umgossen. (Zur innigeren Verbindung des Mantels mit dem Geschoss-Eisenkern ist letzterer am cylindrischen Theile mit vier Reifen versehen, resp. entsprechende Vertiefungen an der Mantelfläche desselben angebracht.)

B. Armee-Bibliothek

Die Länge der Geschosse ist beim 12- und 24-Pfdr. gleich dem doppelten Durchmesser des Bodenreifes, beim 6-Pfdr. nur wenig geringer.

In der folgenden Tafel sind einige auf die Bohrung bezugnehmende Daten dieser Rohre und der dazu gehörigen Geschosse angegeben.

Geschütz	Seele		Züge und Felder					Geschosslänge ohne Zünderkopf	Durchmesser des bemäntelten Geschosses	
	ganze Länge	Durchmesser in den Zügen	Zahl	Tiefe der Züge	Breite der Züge	Breite der Felder	Drall-Länge		über den Wulsten	im cylindrischen Theile
	preuss. Zoll*)						Fuss**)	Zoll		
6pf. gez. Feldkanone v. 1861	78	3·60	18	0·05	0·41	0·2	15	7·11	3·6	3·5
6pf. gez. Batteriekanone v. 1860	78	3·60	12	0.05	0·41	0·2	15	7·11	3·6	3·5
12pf. gez. Batteriekanone v. 1860	106	4·70	12	0·05	0·80	0·4	20	8·96	4·7	4·6
24pf. gez. Batteriekanone v. 1860	118	5·82	12	0·06	0·99	0·5	30	11·12	5·8	5·7

§. 83. Bei den österr. eis. 6-, 12- und 24pfd. gezogenen Hinterladungs-Rohren (System 1861. — Dem preuss. System von 1860 nachgebildet), ist der in seiner Grundform cylindrische, mit Zügen versehene Bohrungsraum (*i*, Fig. 54, §. 69), zwischen dem Geschosslager und der Mündung, gegen vorne zu durch eine geringe Abkantung mit der Mündungsfläche des Rohres verbunden. An seinem rückwärtigen Ende verbindet sich dieser Theil der Bohrung durch einen bei 2″ langen konischen Zulauf (*k*), mit einem im Durchmesser grösseren Cylinder (*l*), welcher zur Aufnahme des Geschosses und der Pulverladung bestimmt ist. Beiläufig in der Mitte der eben erwähnten konischen Verbindung der beiden Cylinder enden die Züge des vorderen, sich allmälig in der Konusfläche verlierend.

Die Zugbreite dieser Rohre ist $4''' \ 10^{IV}$ und verhält sich zur Feldbreite nahe wie 2:1 (die Felder sind $2''' \ 5^{IV}$, $2''' \ 4^{IV}$, $2''' \ 3^{IV}$ breit). Die Zahl der Züge ist beim 6-Pfdr. 18, beim 12-Pfdr. 24 und beim 24-Pfdr. 30. Die Zugtiefe ist 7^{IV}, 7^{IV} und $8\,^1/_2{}^{IV}$. Das Zugprofil ist dem preussischen nachgebildet. Der Drall macht auf den gezogenen Theil der Bohrung beim 6- und 12-Pfdr. $^1/_3$, beim 24-Pfdr. $^1/_4$ Umdrehung, was einer Dralllänge von 178·7″, 238·3″ und 357·4″, und einem Drallwinkel von $3\,^1/_2{}^0$, $3^0 \ 26'$ und $2^0 \ 41'$ entspricht. Der Bohrungsdurchmesser ist beziehungsweise 3·47″, 4·57″ und 5·66″.

*) Der Preuss. oder rheinl. Zoll ist zehntheilig.
**) 1 preuss. Fuss = 12 Zoll = 0·9929 wien. Fuss = 0·3139 Meter.

Die Geschosse mit der Umhüllung von Blei sind im Durchmesser etwas grösser als der gezogene Theil der Bohrung, daher dieselben beim Schusse sich in die Züge einpressen und kein Spielraum vorhanden ist.

§. 84. Um die nachtheiligen Einwirkungen des Spielraumes bei gezogenen Vorderladungs-Rohren zu beseitigen und sich den Vorzügen der Hinterladung mit Geschosspression möglichst zu nähern, brachte man bei diesen Rohren Kompressions- und Expansions-Geschosse in Anwendung.

Bei den ersteren wird der Mantel, Spiegel etc. durch die Wirkung der Pulvergase nach der Längenachse des Geschosses zusammengepresst (Kompression) und senkrecht darauf ausgedehnt, bei den letzteren der Spiegel, Ring oder sonstige Einrichtungen ausgedehnt (expandirt).

In allen diesen Fällen muss die aus ihrer Lage verdrängte Materie des Geschossmantels, Spiegels etc. in die Züge treten und sowohl die Bohrung als auch die Züge ohne Spielraum ausfüllen.

Dabei soll die Bohrungs- und Geschoss-Konstruktion die Centrirung und Fixirung des Projektils möglichst erfüllen.

Allein die meisten der diesfälligen Konstruktionen scheiterten in ihrer praktischen Ausführung theils an der Komplicirtheit der Einrichtung der Geschosse, theils an der Unvollkommenheit, mit welcher die Liederung*) derselben vor sich ging; mindestens vermochten sie nicht das Interesse in dem Masse anzuregen, dass man sich an entscheidender Stelle zu eingehenden Versuchen veranlasst gesehen hätte.

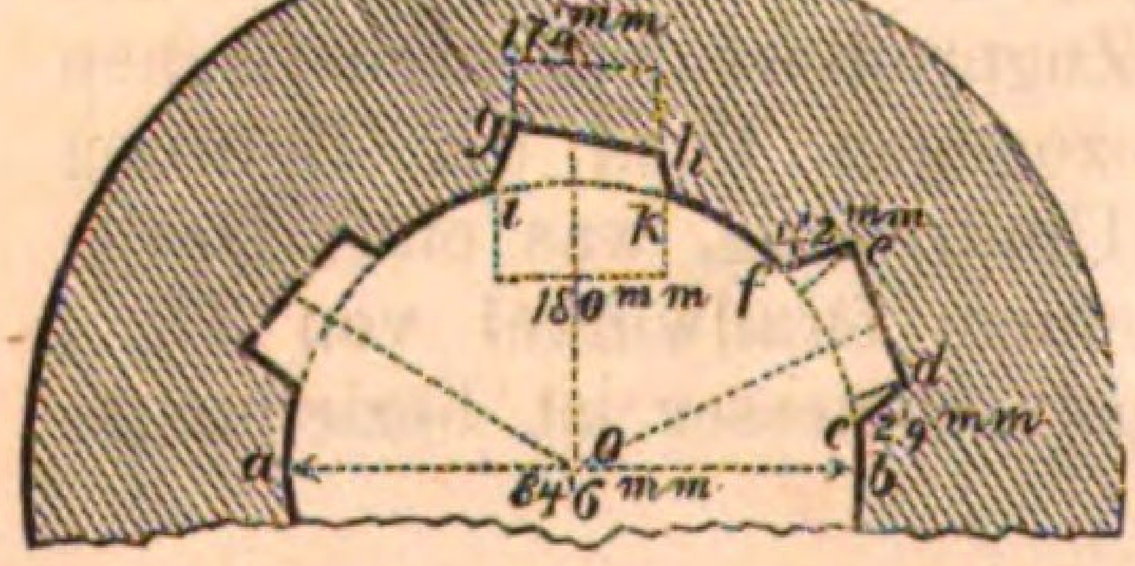
Die wesentlichsten Bemühungen, dieses Princip zur Geltung zu bringen und bis zur praktischen Brauchbarkeit heranzubilden, fanden in der Schweiz statt, denselben ist auch die Einführung des gegenwärtig dort bestehenden Feld-Artillerie-Materials, nach dem System des Obersten Müller, zuzuschreiben.

Wenn man Alles, was über die Einrichtung und Wirkungsfähigkeit des schweizerischen Feldartillerie-Materiales nach dem oben genannten Systeme bekannt wurde, berücksichtigt, so muss man dasselbe als vorzüglich bezeichnen. (Wir kommen auf dasselbe nochmals bei der — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Wirkung" — zurück.)

Im Folgenden geben wir einige der wesentlichsten Daten der Bohrungs-Konstruktion der Geschützrohre des genannten Systems.

Das 4pf. bronz. Feldkanonen-Rohr für Fxpansionsgeschosse der schweizerischen Artillerie (System Müller) entspricht den nachfolgenden Konstruktions-Grundsätzen:

(Fig. 75.)



Die cylindrische Bohrung hat einen abgerundeten Boden und 6 trapezförmige Züge mit einem ganzen Umgange von der Rechten zur Linken auf 2·574 Mèter, wodurch dieselben im Rohre die Hälfte der Windung vollenden.

Die Züge sind auf ihrem Grunde nicht koncentrisch mit der cylindrischen Bohrungswand, Fig. 75, sondern auf ihrer rechten Seite, d. i. an der Führungsfläche *g i* tiefer

*) Unter Liederung versteht man gewöhnlich die Einrichtung des Geschosses für den Abschluss des Spielraumes in der Rohr-Bohrung

als an der entgegengesetzten Ladungsfläche hk, um beim Einführen des Geschosses, wo sich die Warzen und Ansätze an die Ladefläche anlegen, die Reibung zu vermindern und dadurch das Laden zu erleichtern.

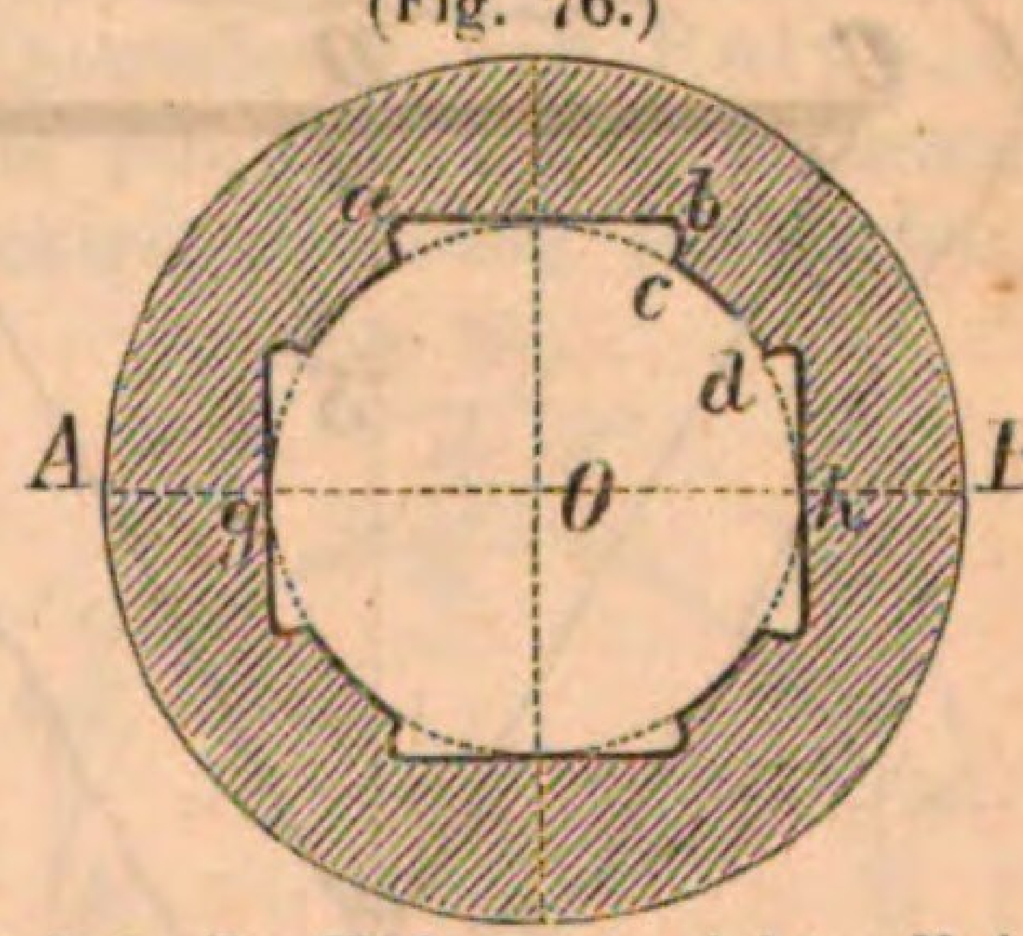
Ihre Kanten sind nicht abgerundet, bilden jedoch an den Feldern und an der Basis stumpfe Winkel, indem die Zugbreite ik oben, um $0 \cdot 6^{mm}$ grösser ist als jene gh unten.

Die Breite der Felder kf beträgt um die Hälfte mehr als die der Züge ik. Diese letzteren reichen nicht bis an den Boden der Bohrung, sondern nur bis auf 120 Millimèter von demselben entfernt, wo sie sich für die Aufnahme der Patrone in einem glatten Cylinder vom Durchmesser des Bohrungskalibers ($84 \cdot 6^{mm}$) verlaufen. Die ganze Bohrungslänge beträgt $16 \cdot 5$ Kaliber oder 1410^{mm}.

Die Länge des gezogenen Bohrungstheiles ist 1290^{mm}; die Dralllänge 2574^{mm}.

Die österr. bronz. 3pf. gezogene Gebirgskanone vom Jahre 1859 mit Geschosskompression (System Lorenz. Mit diesen Geschützen wurden, wie in der Einleitung erwähnt, im J. 1859 zwei Batterien ausgerüstet) hat im Wesentlichen die nachfolgende Einrichtung.

(Fig. 76.)



Die Bohrung, Fig. 76, ist mit 4 Tangential-Zügen versehen, welche auf die gezogene Bohrungslänge $^3/_{10}$ Umdrehung machen, was einer Dralllänge von 80″ und einem Drallwinkel von $6\,^1/_4{}^0$ entspricht.

Die Breite der Züge ab ist doppelt so gross, als jene der Felder cd; und erstere schliessen verlängert ein den Grundkreis der Bohrung umschriebenes Quadrat ein, welch' letzteres als der eigentliche Bohrungsquerschnitt gelten kann. Man kann demnach diese Bohrung schon zu den Polygonal-Bohrungen rechnen, und thatsächlich wird die Führung nicht allein durch die sehr schmalen Führungsflächen, sondern auch durch die Basis der Züge bewirkt.

Der Bohrungsdurchmesser gh beträgt 2″ 10‴, die Bohrungslänge 28″ 1‴ 4^{IV}, der Spielraum 8^{IV}, die Metallstärke hinten 2″ $3\,^1/_2$‴, vorne $10\,^1/_4$‴, die Rohrlänge ohne Traube $11\,^6/_{32}$ Kaliber.

Die Konstruktion und der Einfluss auf die Bohrungseinrichtung der zugehörigen Expansions- resp. Kompressions-Geschosse wird in dem Abschnitte — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Wirkung" — speciell — „Einfluss des Lang-Geschosses auf die Rohrkonstruktion" — näher besprochen werden; — während wir hier nur die nachfolgenden zum Verständniss nöthigen Daten erwähnen.

Das schweiz. Expansions-Geschoss entstand, indem am Boden des französischen Warzengeschosses ein bleierner Expansions-Spiegel von cylindrischer Form angebracht wurde, welcher an seinem äusseren Umfange statt der hinteren 6 Warzen, nach dem Dralle der Züge korrespondirende Längenansätze angegossen und an seiner Basis eine kleine konvexe Vertiefung erhielt, sich durch den Stoss der erzeugten Pulverkraft an die Felder und in die Züge der Geschützbohrung drängt und dem Geschosse eine sichere Führung verleiht.

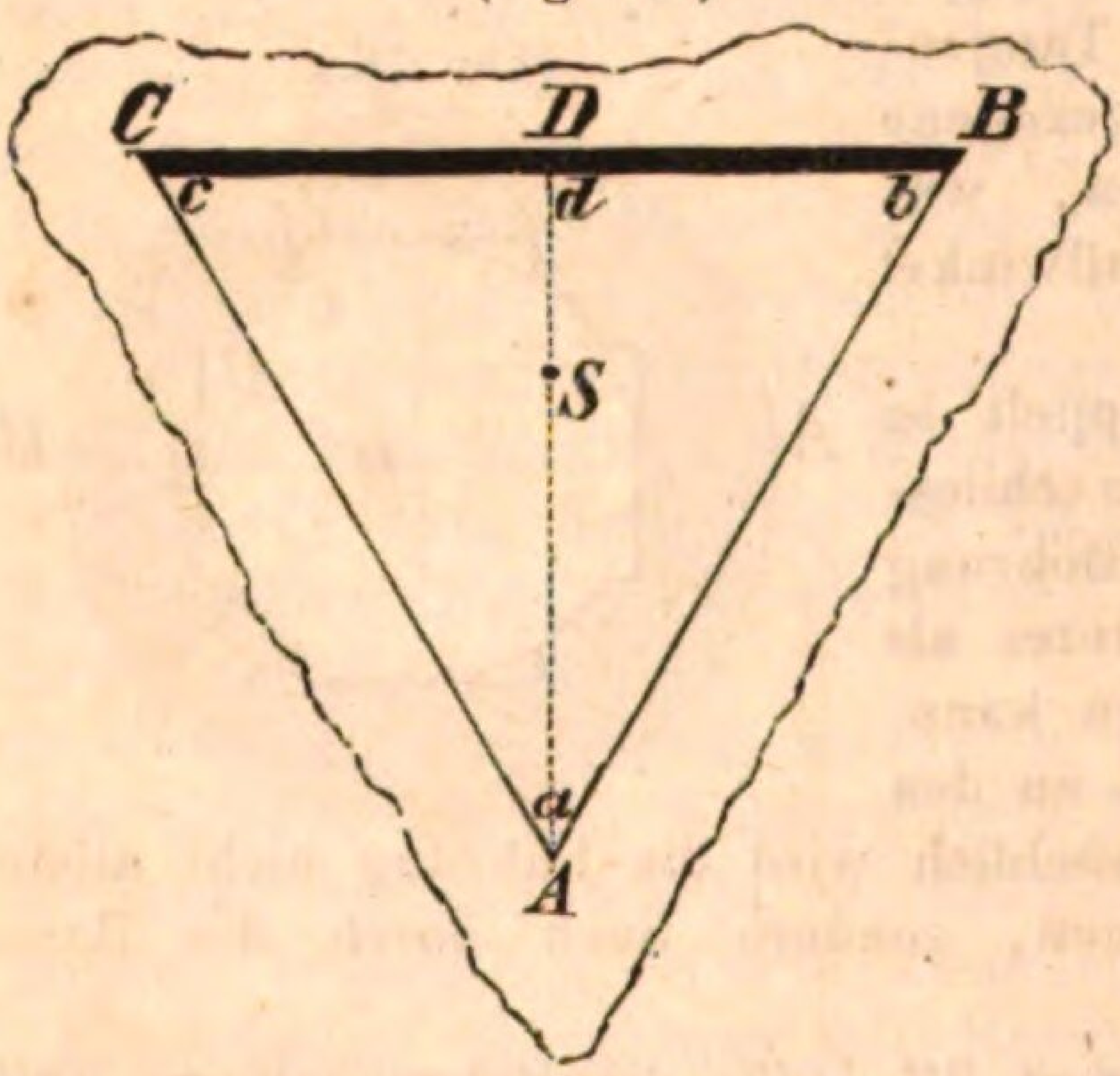
Das Lorenz'sche Kompressionsgeschoss besteht aus einem ogivalen an der Basis abgeflachten und mit einem vierseitigen Stiele oder Dorn versehenen Eisenkörper und dem aus Pappscheiben gepressten Spiegel, welcher an den Dorn gesteckt wird und den ausdehnbaren Theil des Geschosses bildet. Beim Schusse wird der Spiegel durch

den Stoss der Pulvergase an dem Dorne des Geschosses vorwärts getrieben, dann so gestaut und ausgedehnt, dass die 4 Flügel desselben die Züge der Bohrung vollkommen ausfüllen und der Spielraum beseitigt ist. Dass diese Bedingung in der Praxis nicht immer eintritt, wird in der Folge an der oben erwähnten Stelle noch näher besprochen werden.

2. Die Polygonalbohrung.

§. 85. Die Anwendung von Bohrungen, deren Querschnitt ein regelmässiges Polygon bildet, ist nicht neu. Moriz Mayer bespricht in seiner Feuerwaffen-Technik Vogelflinten aus dem Jahre 1532, welche eine sechseckige Bohrung hatten. In den verschiedenen Waffensammlungen findet man jetzt noch Rohre aus dem 17. Jahrhunderte mit viereckigem, achteckigem, selbst kleeblattförmigem Querschnitte und Geschossen, die genau diesem Querschnitte entsprachen und schon beim Laden den Windungen der Bohrung folgen mussten. Doch hat der englische Mechaniker Whitworth in der neuesten Zeit die Polygonalbohrung mit grossem Erfolge nicht nur für das Kleingewehr, sondern auch für das Geschütz angewendet.

(Fig. 77.)



Das einfachste aller Polygone ist unstreitig das gleichseitige Dreieck, Fig. 77. Denkt man sich nach dieser Fläche die Bohrung so entstanden, dass die Dreieckspitze A im rückwärtigen Bohrungstheile nach unten liegt, und bei dem Vorschreiten längs der durch den Schwerpunkt S gehenden Leitlinie (welche hier die Rohrachse bildet) nach links und aufwärts gedreht, so erhält man eine rechts gewundene Bohrung mit dreieckigem Querschnitte.

Das Geschoss wird einen ähnlichen Querschnitt haben müssen. Sei dieser Querschnitt $A\,b\,c$, so werden sich im Ladungsraume, bei der angenommenen Stellung des Dreieckes $A\,B\,C$ mit der Spitze A nach abwärts, die Seitenflächen $A\,b$ und $A\,c$ des Geschosses vermöge seines Gewichtes genau an die Seitenflächen $A\,B$ und $A\,C$ anlehnen; nur über der Seite $b\,c$ wird sich ein Spielraum $B\,b\,c\,C$ ergeben.

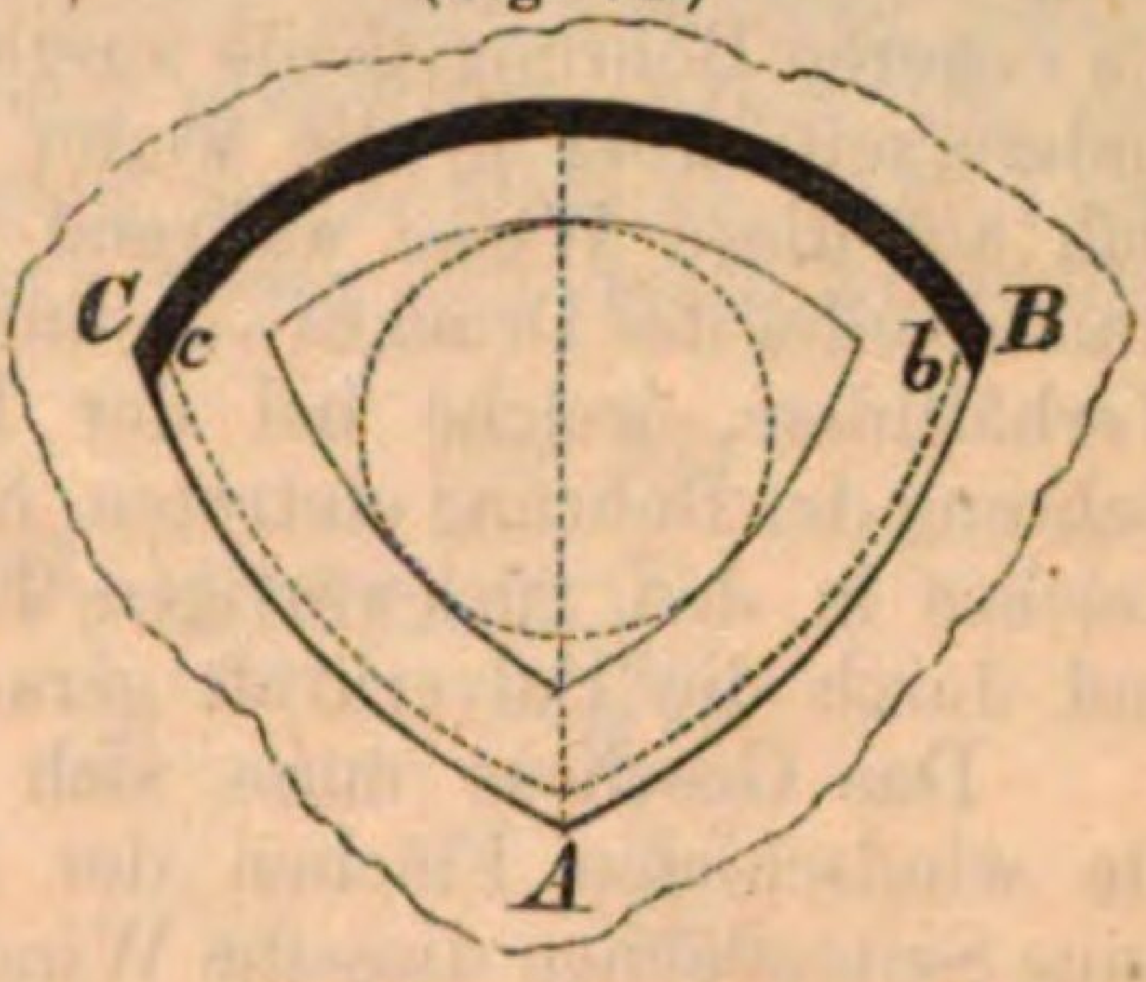
Beim Schusse wird das Pulvergas durch den Spielraum entweichen und das Geschoss während seiner Bewegung im Rohre stets so in den durch die Spitze A gebildeten Zug $B\,A\,C$ pressen, dass ein festes Anlehnen der Seitenflächen an die Wände $A\,B$ und $A\,C$ herbeigeführt wird.

Diese Anlehnung gewährt eine vollkommen gesicherte und feste Führung, und verhindert das Anschlagen oder Schlottern des Geschosses im Rohre. Der Spielraum, welcher sonst der festen Geschossführung hinderlich ist, bewirkt hier das gerade Gegentheil, d. i. er sichert dem Geschosse während der Bewegung eine unwandelbare, feste Führung.

Allein so vortheilhaft der dreieckige Bohrungsquerschnitt für die feste Führung und die sichere Bewegung des Geschosses auch sein mag, so scheint er sich doch für die Praxis nicht zu eignen, weil das Geschoss

nicht nur bezüglich der Grösse seines Querschnittes ein verhältnissmässig geringeres Gewicht als bei Anwendung anderer regelmässiger Querschnittsfiguren hat, sondern auch weil es vermöge seiner prismatisch gewundenen Form für die drehende Bewegung in der Flugbahn nicht günstig gebildet ist. Auch als Hohlkörper kann das dreiseitig gewundene Prisma nicht empfohlen werden.

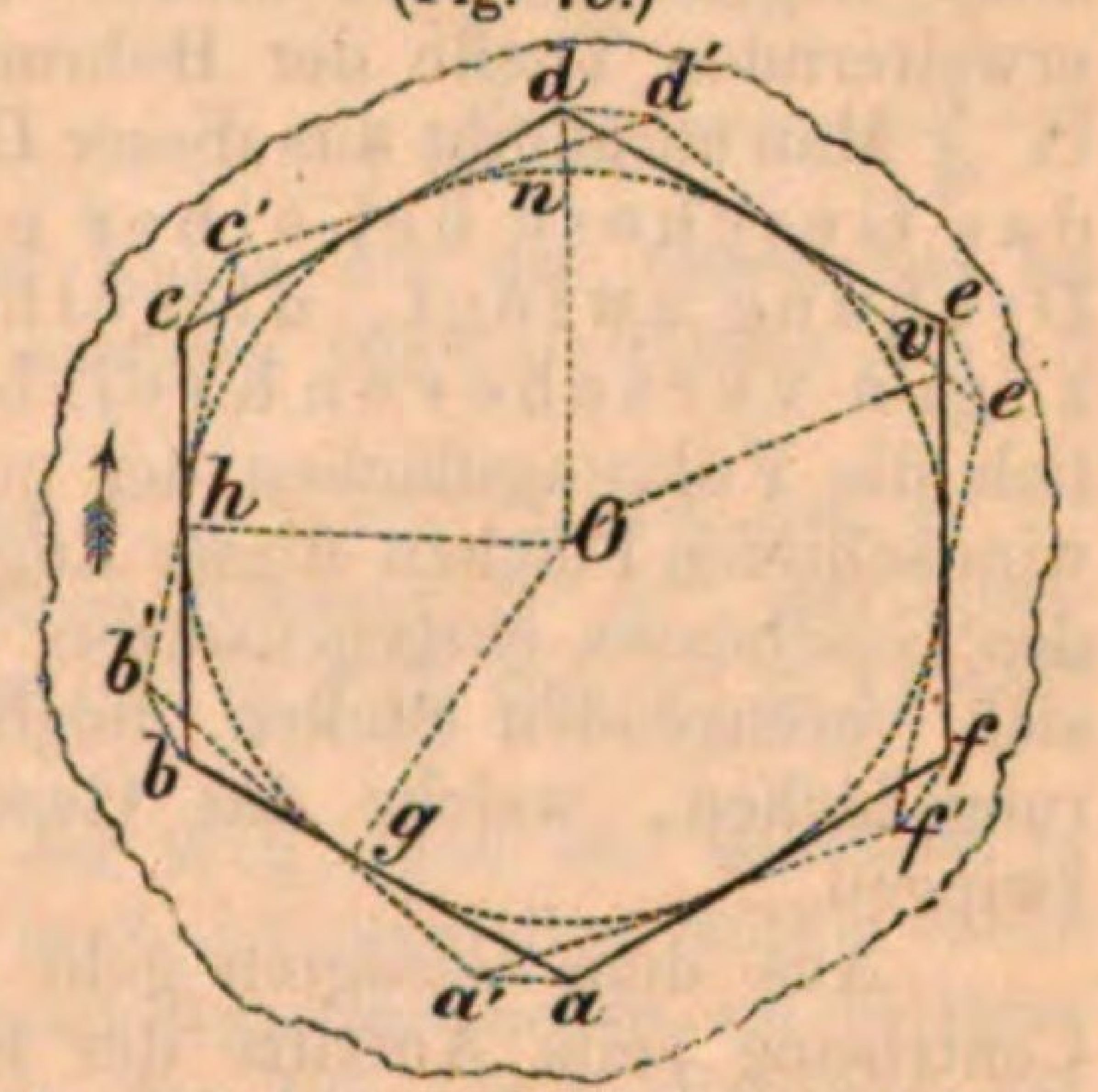
(Fig. 78.)



Die Fig. 78 stellt den dreieckigen Querschnitt einer Bohrung und eines darin gelagerten Geschosses vor, welche denselben Vortheil hinsichtlich des Spielraumes und der festen Geschossführung bietet, wie der in Fig. 77 dargestellte Querschnitt. Die Seitenflächen der Bohrung und des Geschosses sind jedoch hier durch Kreisbögen begrenzt, wodurch das Geschoss eine zweckmässigere Gestalt erhält, und die eben angeführten Nachtheile vermieden werden.

Der Vortheil, dass der Spielraum nur auf eine Seite gebracht werden kann, hört bei jenen Bohrungen auf, deren Querschnitt ein Polygon von mehr als 3 Seiten bildet. Auch die Führung des Geschosses wird bei denselben anders wie bei der dreieckigen Bohrung stattfinden.

(Fig. 79.)



Es sei Fig. 79, *a b c d e f* die dem Auge zunächst liegende und *a' b' c' d' e' f'* die entferntere Querschnittsfigur einer rechts gewundenen, sechsseitigen Polygonalbohrung; so sieht man, dass bei der Drehung der Fläche *a b c d e f* während ihres gleichzeitigen Fortschreitens um die Länge des gewählten, von rückwärts betrachteten Bohrungsstückes die Ecken *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* derselben in die Lage *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, *f'* kommen und die Bogenstückchen *a a'* = = *b b'* = *c c'* = *d d'* = *e e'* = *f f'* durchlaufen, ferner dass, wenn man die Polygonsseiten vom Mittelpunkte *O* aus betrachtet, die nach rechts liegenden Enden aller entfernteren Polygonsseiten *a' b'*, *b' c'*,....... bezüglich der näher liegenden *a b*, *b c*......, hervortreten, und die linksliegenden Enden derart zurückbleiben, dass alle windschiefen Flächen *a a' b b'*, *b b' c c'*,...... nach rechts und vorwärts ansteigen, und in demselben Masse nach links und vorwärts abfallen.

Denkt man sich eine dünne Scheibe, welche genau in die Bohrung passt, also genau die Figur des Polygons hat, an der näher liegenden Oeffnung *a b c d e f* des Bohrungsstückes eingesetzt, dann central und geradlinig gegen den entfernter liegenden Ausgang *a' b' c' d' e' f'* gestossen, so stehen dieser Scheibe alle rechts hervortretenden Theile *g b b'*, *h c c'* ... der windschiefen Flächen *a a' b b'*, *b b' c c'*,...... als Hindernisse entgegen, während ihr die links zurücktretenden Flächentheile *a a' g*, *b b' h*..... einen Ausweg gestatten. Die Scheibe tritt also bei ihrer fortschreitenden Bewegung mit den nach rechts liegenden Theilen ihrer Seitenflächen

(ebenfalls vom Mittelpunkte aus betrachtet) in immer enger werdende Bohrungstheile, und verliert an den nach links liegenden Theilen ihrer Seitenflächen die Unterstützung, d. i. sie tritt damit in die sich erweiternden Theile der Bohrung. Wenn überhaupt die Bewegung nach der Längenrichtung erfolgen soll, so muss die Scheibe einerseits dem, durch die engeren Bohrungstheile ausgeübten Widerstande oder Drucke nachgeben, andererseits aber in die weiter werdenden Bohrungstheile ausweichen, und sich auf diese Weise während ihres Fortschreitens im Sinne des Widerstandes oder des Druckes von links über oben nach rechts drehen. Dieselben Verhältnisse, welche bei der Bewegung der Scheibe nach der Längenrichtung der Bohrung eintreten, müssen auch bei einem Geschosse stattfinden, welches in den rückwärtigen Theil der Bohrung ohne Spielraum geladen und durch die Pulverkraft geradlinig nach vorwärts getrieben wird.

Das Geschoss muss sich hiebei mit seinen Seitenflächen genau an die windschiefen Flächen der Bohrung anschliessen, woraus folgt, dass seine Seitenflächen dieselbe Windung wie die Bohrungsflächen haben müssen.

So wie die Scheibe, muss auch das Geschoss bei seiner fortschreitenden Bewegung von links über oben nach rechts gedreht werden; u. z. werden bei seinem geradlinigen Fortgange die rechts liegenden Theile seiner windschiefen Flächen ebenfalls in immer engerwerdende Stellen der Bohrung gelangen, und von diesen einen Druck nach rechts erfahren, welcher die Drehung des Geschosses nach derselben Seite einleitet. Die links liegenden Flächentheile des Geschosses treten hiebei in die sich erweiternden Theile der Bohrung.

Man entnimmt aus dieser Darstellung, dass die Ursache, welche das Geschoss bei einer gewundenen Polygonalbohrung zur Drehung zwingt, dieselbe ist, wie bei der mit Schraubenzügen versehenen Kreisbohrung; denn bei dieser sind es bekanntlich die Führungsflächen der gewindartig eingeschnittenen Züge, also die windschiefen Flächen dieser Züge, welche sich dem geradlinigen Fortgange des Geschosses entgegensetzen, und bei der Polygonalbohrung sind es die sich verengenden Stellen, folglich auch die windschiefen Zug- oder Bohrungsflächen, welche das Geschoss zur Rotation um die Bohrungsachse zwingen.

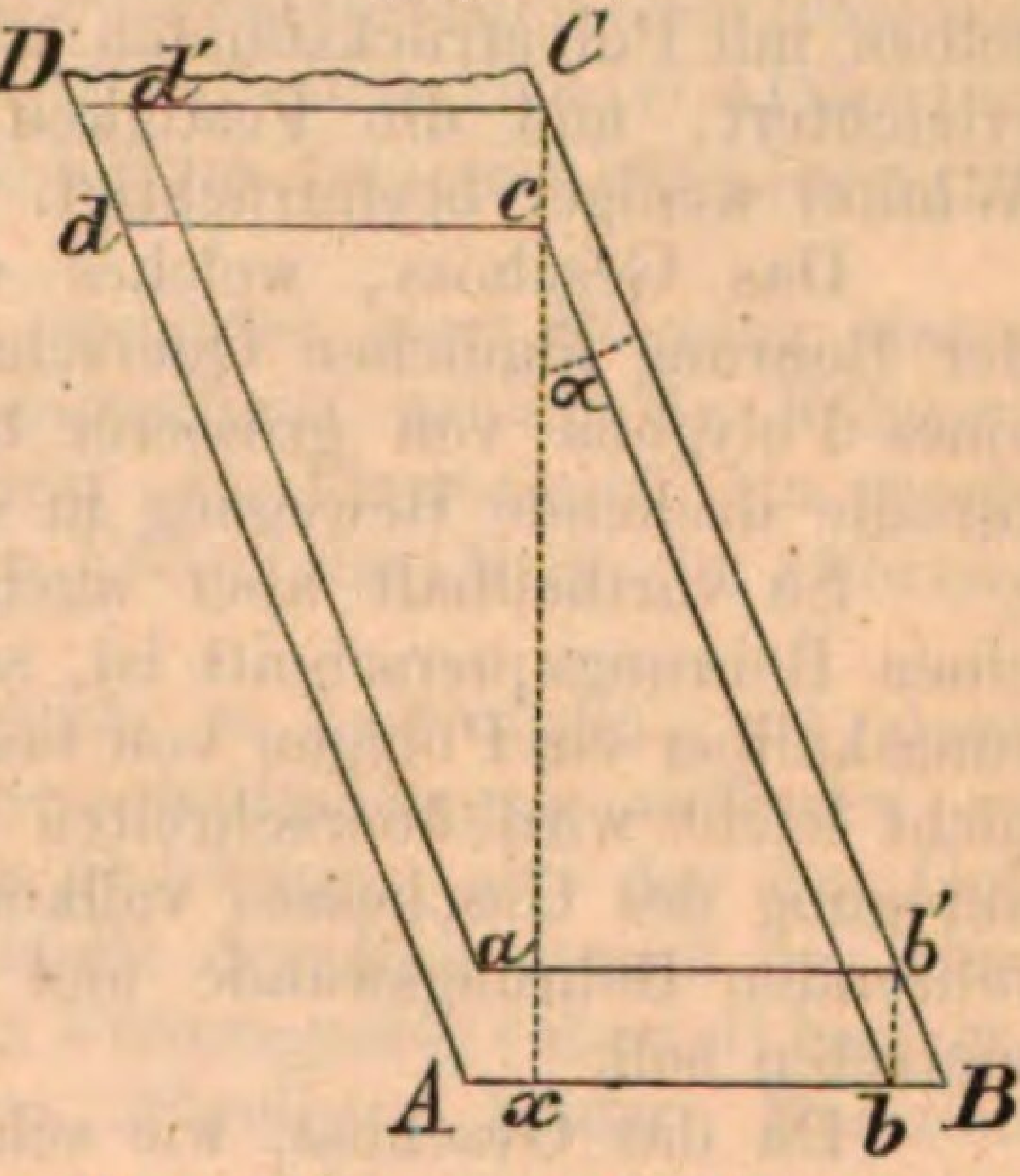
Aus dem Gesagten geht hervor, dass bei Polygonalbohrungen die Centrirung beim Antritte der Bewegung des Geschosses im Allgemeinen durch den von der Pulverkraft dem letzteren mitgetheilten Stosse gegen die Züge — die verengten Theile der Bohrungsfläche — herbeigeführt wird. Verharrt das Geschoss in der angedeuteten Anlehung auch nach dem ersten heftigen Impulse zur Bewegung, so ist auch seine Führung gesichert; dies dürfte aber anzunehmen sein, weil die Polygonalseiten eine geringe Neigung gegen die unterhalb der Anlehnungsstellen gedachten Tangenten zum Bohrungskreise besitzen, und die hieraus entspringende forcirende Kraft das Geschoss während seiner Bewegung im Rohre fixirt.

Wenn zwischen den Geschoss- und den Bohrungswänden Spielraum vorhanden ist, so findet die Führung in einer Polygonalbohrung nicht mehr auf die Weise statt, dass die Geschossflächen in ihrer ganzen Ausdehnung längs der Bohrungsflächen schleifen.

Beim Schusse stossen nämlich die entbundenen Pulvergase das Geschoss gerade nach vorwärts, und dieses bewegt sich so lange geradaus, bis es

seinerseits an die Wände der engeren Bohrungsstellen anstösst. Es legt also eine Strecke ohne Drehung zurück, und lässt einen Theil der Rohrwindung hinter sich, bis es in den engeren Bohrungstheil tritt und die Bohrungswände durch ihren Widerstand zu wirken beginnen und dasselbe zur Rotation zwingen, wie das ohne Spielraum geladene Geschoss. Die Strecke, welche das Geschoss nach dem Beginne seiner Bewegung geradlinig bis zu den engeren Stellen der Bohrung zurücklegt, hängt von der Grösse des Spielraumes und von der Steigung des Dralles ab. Die Lage des Geschosses und die Grösse dieser Strecke lassen sich durch Konstruktion und Rechnung finden.

(Fig. 80.)



Diese Strecke findet man auch hinlänglich genau auf folgende Weise. Ist $A\,B\,C\,D$, Fig. 80, ein durch die Polygonseite $A\,B$ und die Dralllinien $A\,D$, $B\,C$ begrenzter, abgewickelter Flächentheil der Bohrung, $A\,b\,c\,d$ der entsprechende, ebenfalls abgewickelte Flächentheil des Geschossmantels, $x\,c\,C$ eine zur Rohrachse parallele Gerade, nach welcher das Geschoss geradlinig fortgestossen wird, $b\,B$ das Mass des Spielraumes; so ist $\sphericalangle C\,B\,A = \sphericalangle c\,b\,A = 90^0 - \alpha$, $B\,C\,x = \alpha$ der Drallwinkel und $C c$ die vom Geschosse geradlinig durchlaufene Strecke. Es muss also bei der Bewegung des Geschosses längs der Linie $C x$, dessen Fläche $A\,b\,c\,d$ mit den Ecken c und b an die Bohrungsfläche bei C und b' anstossen und die Kante $b\,c$ des Geschosses an der Führungskante $b'\,C$ der Bohrung schleifen, wodurch dann die Fläche $A\,b\,c\,d$ die Lage $a\,b'\,C\,d'$ einnehmen wird.

Nach diesen Voraussetzungen ergibt sich $C\,c = b'\,b = B\,b\;cot.\;\alpha$.

Wäre z. B. der Kaliber einer sechsseitigen Bohrung 3'' 8''', der Spielraum 1''', und der Drallwinkel 5^0; so ist $C c = 1'''.\;cot.\;5^0 = 11{\cdot}43'''$ (nach einer genaueren Berechnung 11·9''').

Man sieht aus diesem Beispiele, dass der Weg, den das Geschoss in der Bohrung geradlinig zurücklegt, ziemlich gross ist, und dass mithin beim Anlangen des bewegten Geschosses an den engeren Bohrungstheilen ein heftiger Stoss auf die Bohrungswände stattfinden wird, der bei der Bestimmung der Metallstärke des Rohres zu berücksichtigen ist.

Aus einer einfachen Betrachtung ersieht man, dass bei Polygonalbohrungen nur die Kanten des Geschosses von den Wänden der Bohrung geführt werden. Es leiden somit diese Wände nicht nur durch den anfänglichen Stoss, sondern auch durch die Kanten des Geschosses, welche sich einzuschneiden suchen. Die ungünstigen Umstände nehmen in dem Masse zu, als der Spielraum grösser wird, weshalb man bestrebt sein muss, denselben so klein als möglich zu machen. Bei grossem Spielraume ist die Bronze als Geschützmaterie nicht mehr als geeignet anzusehen.

Die Rohre mit gewundener Polygonalbohrung eignen sich daher auch mehr für Expansivgeschosse, oder für Pressionsgeschosse bei Anwendung der Hinterladung, kurz für alle jene Fälle, wo man in der Lage ist, den Spielraum auf ein Minimum zu beschränken oder ganz aufzuheben.

Ebenso wie durch eine grössere Anzahl von Zügen in einer Schraubenbohrung die Führung des Geschosses erleichtert und der Druck auf jede einzelne Führungsfläche verringert wird, muss durch die Vermehrung der Polygonseiten des Querschnittes einer polygonalen Drall-Bohrung die Geschossführung durch das gleichzeitige Einwirken mehrerer Wände erleichtert und der durch das geradlinige Fortschreiten des Geschosses entstehende und zu dessen Drehung verwendete Druck auf jede Wand ermässigt werden, nachdem der Gesammtdruck auf mehrere Wände vertheilt wird.

Durch die Vermehrung der Seiten des polygonalen Bohrungsquerschnittes werden die Polygonswinkel immmer grösser, das Verlegen derselben mit Pulverrückständen wird vermindert, die Reinigung der Bohrung erleichtert, und die Festigkeit der Rohrmaterie durch die stumpferen Winkel weniger beeinträchtigt.

Das Geschoss, welches wenigstens an den Führungsstellen einen der Bohrung ähnlichen Querschnitt haben muss, wird durch Anwendung eines Polygons von grösserer Seitenzahl überdies eine geeignetere Form für die drehende Bewegung in der Luft erhalten.

So vortheilhaft aber auch ein Polygon von grosser Seitenzahl für einen Bohrungsquerschnitt ist, so wird dennoch für jeden gegebenen Bohrungskaliber ein Polygon von bestimmter Seitenzahl resultiren, welche man nicht leicht wird überschreiten können, wenn die Führung und Rotationsanregung des Geschosses vollkommen sicher sein, ein Ueberspringen der führenden Bohrungswände und ein Einzwängen zwischen dieselben nicht eintreten soll.

Da das Geschoss, wie schon erklärt, nur vermöge der sich verengenden Stellen der Bohrung geführt werden kann, so wird das Mass dieser Verengung für eine gute und gesicherte Führung eine bestimmte Grösse haben müssen, welche ohne Nachtheil weder überschritten, noch weniger aber verringert werden darf.

Dass die Anzahl der Seiten des anzuwendenden Polygons auch eine Funktion des Bohrungsdurchmessers sein müsse, lehrt eine einfache Betrachtung; denn setzt man voraus, dass der Spielraum bei jedem Rohre der nämliche ist, so wird er bei einer Kanone von grossem Kaliber verhältnissmässig geringer sein, als bei einer solchen von kleinerem Kaliber, so dass, wenn beispielsweise für den 4-Pfdr. das Sechseck als der beste Bohrungsquerschnitt erkannt wurde, dem 24-Pfdr. ein Achteck entsprechen müsste.

Die Differenz der Halbmesser $d\,O - n\,O = n\,d$, Fig. 79, des um- und des eingeschriebenen Kreises ist das grösste Mass der Verengung einer gewundenen Polygonalbohrung, also auch das Mass der Führung (gleichbedeutend mit der Zugtiefe bei gewindartigen Bohrungen).

Mit dem Wachsen des Halbmessers $d\,O$ oder dem Grösserwerden des Rohrkalibers wird bei jedem Polygone auch das Mass $n\,d$ zunehmen. Genügt daher ein bestimmtes Mass $n\,d$ der Führung bei einem kleinen Bohrungskaliber und einem sechseckigen Querschnitte, so muss dasselbe Mass bei einem grossen Bohrungskaliber und einem etwa zwölfeckigen Querschnitte umsomehr ausreichen, da im letzteren Falle die Bohrung doppelt so viele Führungwände besitzt.

In der nachstehenden Tafel ist das Mass der Führung für einige Vielecke berechnet.

Polygon			Differenz der Halbmesser der um- und eingeschriebenen Kreise in Zollen, wenn der Halbmesser des eingeschriebenen Kreises									
			1	1·25	1·50	1·75	2	2.25	2·50	2·75	3	3·50
			Zoll beträgt									
regelmässiges	5	Eck	0·236	0·295	0·354	0·413	0·472	0·531	0·590	0·649	0·708	0·726
	6		0·155	0·193	0·232	0·271	0·309	0·348	0·487	0·426	0·464	0·642
	7		0·110	0·137	0·165	0·192	0·220	0·247	0·275	0·302	0·330	0·385
	8		0·082	0·103	0·124	0·144	0·165	0·185	0·206	0·226	0.247	0·288
	9		0·064	0·080	0·096	0·112	0·128	0·144	0·160	0·176	0·193	0·224
	10		0·051	0·065	0·077	0·090	0·103	0·116	0·129	0·141	0·155	0·180
	12		0·035	0·044	0·053	0·062	0·071	0·079	0·088	0·097	0·106	0·123

Aus dieser Tafel ist ersichtlich, dass, wenn bei einer Bohrung, deren Halbmesser = 1″ ist, ein sechseckiger Querschnitt genügende Führung gibt, bei einer Bohrung von 3″ Halbmesser der Querschnitt ein regelmässiges Zehneck sein kann, weil in beiden Fällen das Mass der Führung oder die Zugtiefe 0·155″ beträgt.

Es handelt sich nur darum, die Zugtiefe zu bestimmen, um dann für jeden Rohrkaliber das geeignete Querschnittspolygon auffinden zu können. Dieses Mass hängt aber von dem Spielraume ab, den das Geschoss im Rohre findet, dann von dem Metalle des Rohres und der Materie, aus welcher das Geschoss oder dessen Führungsring (Mantel) besteht, endlich von dem Masse des gegenseitigen Abreibens beider Materien während der Geschossbewegung.

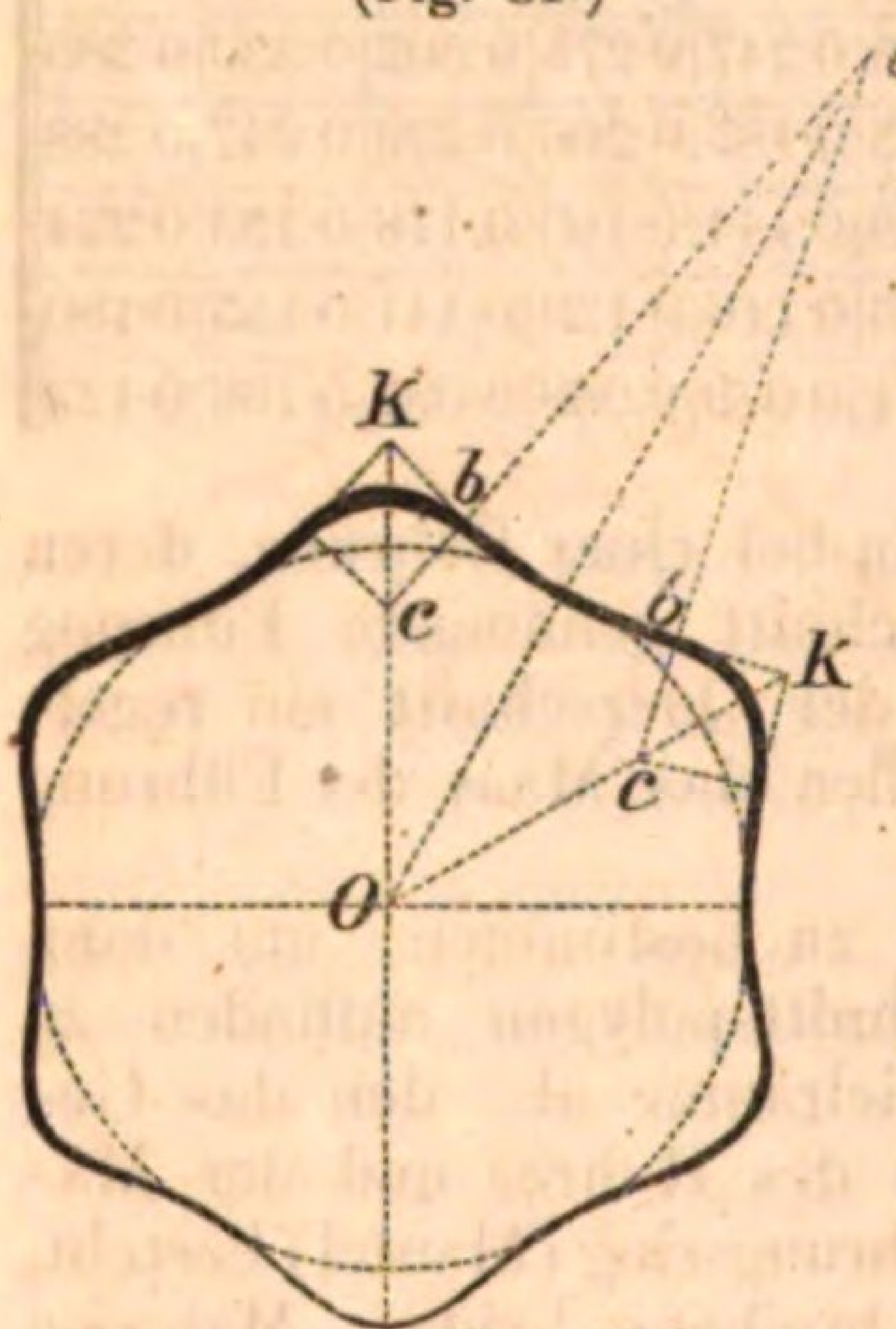
Bei Versuchen haben Polygonalbohrungen von 5- und 7eckigem Querschnitte bei Anwedung von Expansionsgeschossen entsprochen. Auch gab ein gusseisernes 5zölliges Rohr mit gewundener zehneckiger Bohrung gute Resultate; das Geschoss war für diese Bohrung cylindro-ogival, und besass zur Führung zwei Ringe von Zinn-Zink, von denen einer nahe am Boden und der andere vor dem Geschoss-Schwerpunkte angebracht war. Da in diesem Falle der Halbmesser des Kalibers oder des der Bohrung eingeschriebenen Kreises 2·5″ betrug, so scheint eine Zugtiefe von 0·129″ für die genannten Metalle und Anordnungen zu genügen. Das Rohr zeigte keine Beschädigungen oder Ausschleifungen der Bohrungswände, wie dies früher bei einem bronz. 6-Pfdr. vorkam. Das 12pfd. Geschoss für die gewundene sechseckige Bohrung des Whitworth's-Rohres hat von Kante zu Kante gemessen 3·2″ und von Fläche zu Fläche gemessen 2·9″ Durchmesser.

Die Tiefe der erforderlichen Züge würde demnach $\frac{3{\cdot}2 - 2{\cdot}9}{2} = 0{\cdot}15''$ betragen. Fast dieselbe Tiefe würde eine zehneckige Bohrung bei $5\,{}^1\!/_2''$ Durchmesser haben.

Die polygonalen-Bohrungen scheinen sich besonders gut für die Ladung von der Mündung aus gebrauchen zu lassen. Allein diese Lademethode erfordet einen ziemlich grossen Spielraum, und wie aus den vorstehenden Untersuchungen hervorging, ist die Grösse dieses Spielraumes nicht nur Ursache heftiger Anschläge des Geschosses an die Bohrungswände, sondern diese werden auch durch die Kanten des Geschosses bei seiner

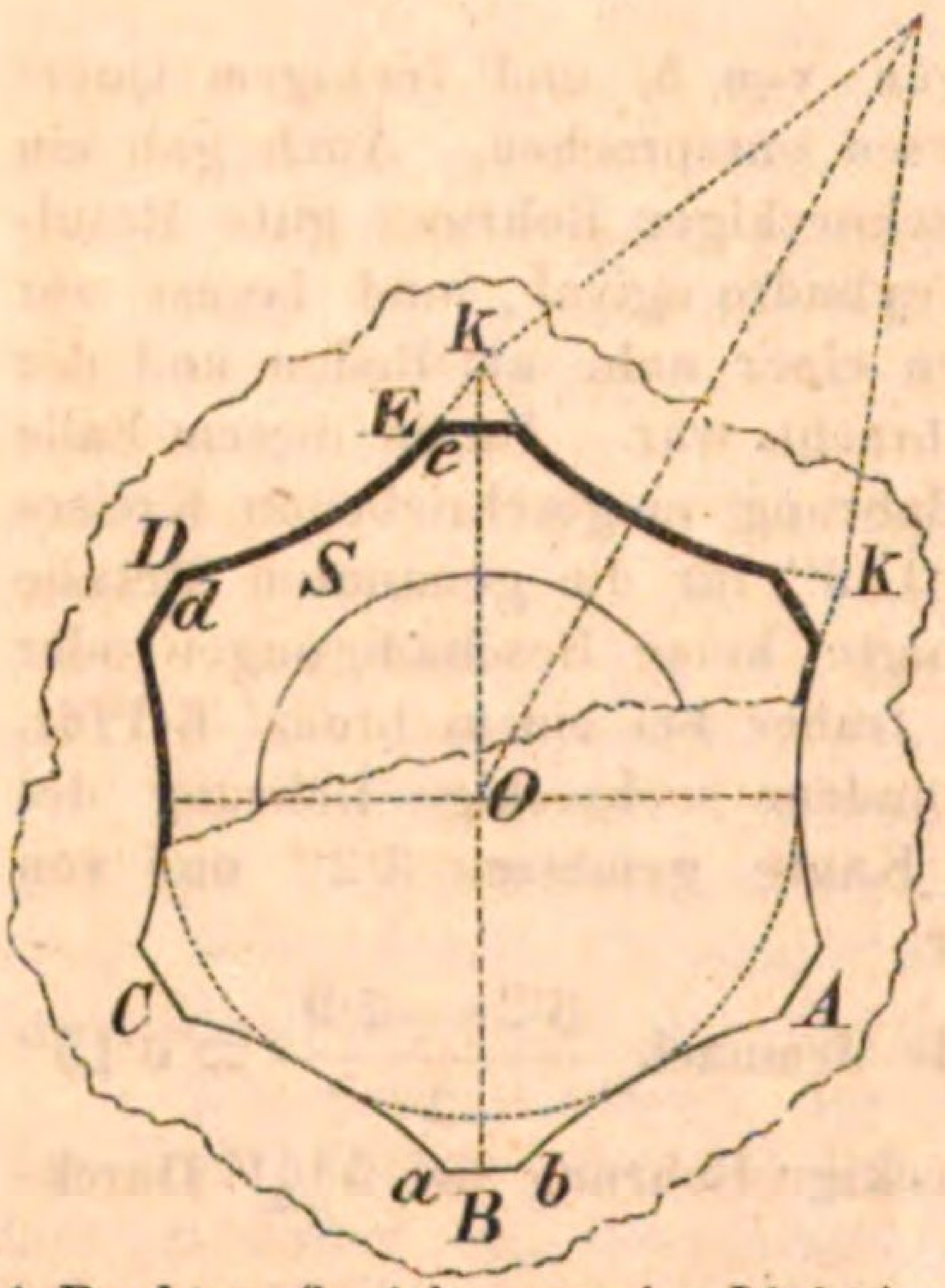
Führung bedeutend in Anspruch genommen. Es koncentrirt sich nämlich der Druck, welchen das bewegte Geschoss gegen die Bohrungswände mit seinen Kanten ausübt, um gedreht zu werden, fast auf eine Linie. Dieser Druck muss daher nicht nur dem Rohre, sondern auch den Geschosskanten schädlich sein. Er muss deren baldiges Abschleifen bewirken, und dadurch die gewünschte sichere Führung des Geschosses beeinträchtigen.

(Fig. 81.)



Um diesem Uebelstande durch die Konstruktion der Bohrung abzuhelfen, kann man die Seiten des Polygons derart krümmen, dass die Konvexität der Krümmung gegen den Mittelpunkt liegt. Auf diese Weise erhält man die in Fig. 81 und 82 dargestellte Bohrungsform. Da aber die scharfen Kanten *k k* das Verlegen mit Pulverrückstand erleichtern, und das Rohr in seinem Widerstande gegen die zerreissende Wirkung der Pulvergase schwächen, so beseitigt man sie dadurch, dass man die Seiten *A B* und *B C*, Fig. 82, durch einen aus dem Mittelpunkte *O* geführten Kreisbogen *a b* begrenzt. Rundet man dagegen die scharfen Ecken ab, so erhält man die in Fig. 81 dargestellte Querschnittsform, und nennt eine darnach gezogene Bohrung Wellenbohrung.

(Fig. 82.)



Eine der in Fig. 82 dargestellten ähnliche Bohrungskonstruktion ist die in Fig. 83 gezeichnete von Lynall Thomas (in Rifled Ordonnance) empfohlene.

Lynall Thomas sagt über dieselbe: — „Die Reibung würde bei einer Polygonal-Bohrung beträchtlich vermindert, wenn zwei abwechselnde Seiten des etwa angewendeten Achtecks abgerundet würden, wie dies Fig. 83 zeigt, und wenn die Geschosse mit gewissen Punkten ihrer Oberfläche früher als mit anderen mit der Bohrungsfläche übereinfielen, es würde sich hieraus eine grössere Koincidenz zwischen der Rohrachse und der Längenachse des Geschosses, mithin eine richtige Bewegung desselben ergeben.

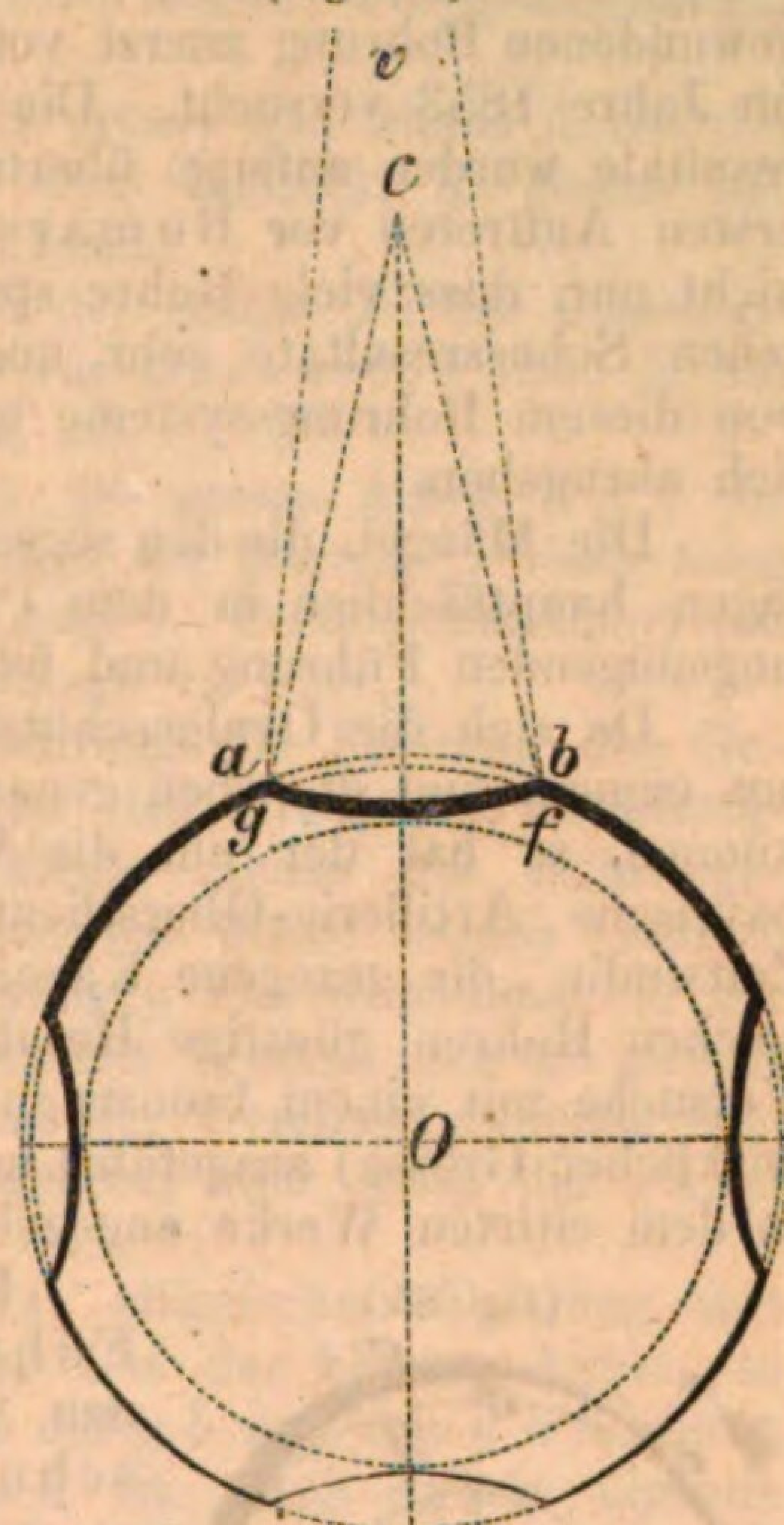
In Fig. 83 wird gezeigt, wie man dies ausführen könnte, wenn man Bohrung und Geschoss so konstruirte, dass je 4 Seiten des Geschosses anstatt flach zu sein, Kreisbögen wären, und wenn die korrespondirenden Kurven der Bohrung *a b* einen kleineren Halbmesser *a c* hätten, als jene *g f* des Geschosses (d. i. $av > ac$ wäre).

Auf diese Weise kann das Geschoss nur in 4 Punkten (beziehungsweise Linien) mit der Bohrung in Berührung kommen, und es würde daher mit grösserer Genauigkeit hinausgetrieben. (Diese Bohrungs-Konstruktion könnte besonders bei grossen Kalibern und Hinterladungsgeschützen benützt werden)."

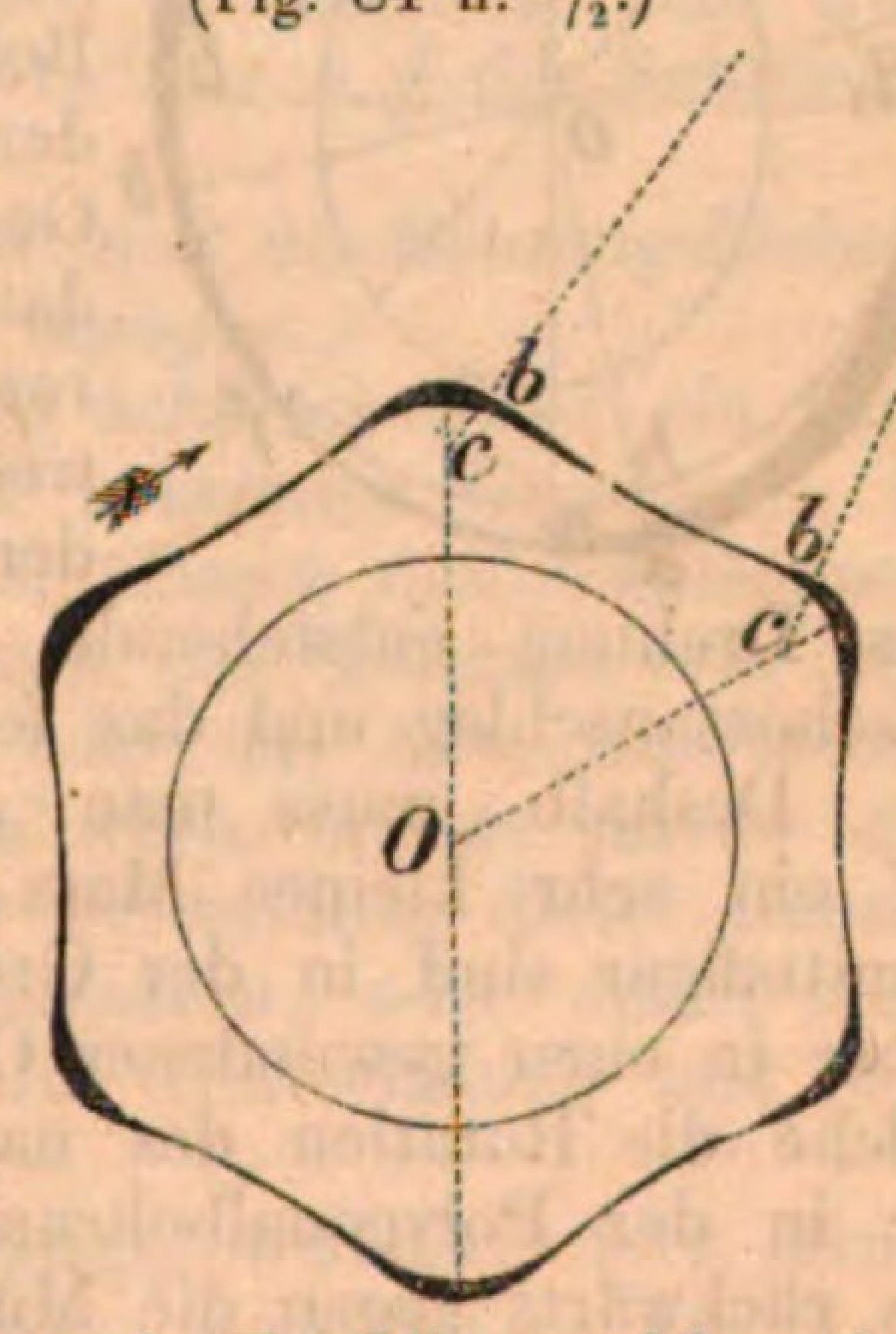
Der Bohrungsquerschnitt der Whitworth-Rohre, Fig. 84, ist dem in der Fig. 81 dargestellten Querschnitte ähnlich, nur ist bei ersterem der Halbmesser *a b*, mit welchem Whitworth die Polygonsseiten nach einwärts krümmt, sehr gross, so dass die Seiten nur sehr sanft nach innen gebogen erscheinen,

andererseits ist der Halbmesser $b\,c$, womit er die Polygonsecken abrundet, sehr klein. Seine Geschosse haben im Rohre nur einen sehr kleinen Spielraum von ungefähr 2 bis 3^{IV} und sind im Querschnitte jenem der Bohrung bis auf die Ecken ähnlich, welche durch einen aus dem Mittelpunkte beschriebenen Kreisbogen abgestumpft sind. Die gusseisernen Ge schosse haben keine Mäntel, sondern sind an den Führungsflächen nach der Form und der Windung der Bohrungsflächen genau behobelt. Whitworth konstruirt die Bohrung seiner Vorderladungsrohre nach dem eben beschriebenen Querschnitte. Die genaue Erzeugung seiner Geschosse und die Anwendung eines Fettspiegels vor der Pulverladung machen es möglich, dass sich seine Geschütze bei dem sehr kleinen Spielraume fortgesetzt laden lassen. Die Führung der Geschosse im Rohre scheint zu genügen, ein Anschlagen oder Schlottern ist möglichst vermieden, daher lässt auch die Treffähigkeit seiner Rohre wenig mehr zu wünschen übrig. Man erkennt daraus, welchen grossen Einfluss die Verminderung des Spielraumes und die sehr genaue Erzeugung der Geschosse auf die Treffähigkeit der Geschütze auszuüben vermag.

(Fig. 83.)



(Fig. 84 n. $^1/_2$.)



Die letzerzeugten Rohre Whitworth's haben ebenfalls den in Fig. 84 dargestellten Querschnitt, die Polygonsseitenzahl liegt zwischen 6 und 10, u. z. haben Geschützrohre bis zu 4'' Bohrungsdurchmesser meist ein regelmässiges Sechseck, jene von 5'' Bohrungsdurchmesser und darüber meist ein regelmässiges Zehneck als Bohrungs-Querschnitt.

Die zugehörigen Geschosse, ohne Mantel (von der Form eines unten abgestutzten Ellipsoides) werden mit rundem Querschnitt gegossen und hierauf die der Gestalt der Rohrbohrung entsprechenden Abflachungen längs dem mittleren Theile durch Hobelmaschinen erzeugt; der Spielraum derselben beträgt durchschnittlich nur 0·03'', und es wird das ungehinderte Laden durch einen zwischen Patrone und Geschoss gelegten Spiegel aus gleichen Theilen Wachs und Unschlitt, welcher beim Schusse schmilzt und die Bohrung einfettet und reinigt, ermöglicht. — Die Geschosse sind 3 bis 4$^1/_2$ Kaliber lang.

Die Pulverladung beträgt $^1/_5$ bis $^1/_6$ des Geschossgewichtes.

3. Die Ovalbohrung.

§. 86. Ebenso wie die Polygonalbohrungen findet man auch die ovalen Bohrungen an alten Gewehrmodellen.

Bei Geschützrohren wurde die ovale oder elliptische Form der gewundenen Bohrung zuerst von Lancaster angewendet und in England im Jahre 1853 versucht. Die mit solchen Rohren erreichten Schussresultate wurden anfangs übertrieben, doch bald zeigte sich bei ihrem ersten Auftreten vor Bomarsund und in der Krim vor Sebastopol nicht nur, dass viele Rohre sprangen, sondern auch dass die damit erhaltenen Schussresultate sehr ungünstig ausfielen. Dies war Veranlassung, von diesem Bohrungssysteme und seiner weiteren Vervollkommnung gänzlich abzugehen.

Die Mängel, die den sogenannten Lancaster-Kanonen eigen waren, lagen hauptsächlich in dem Progressiv-Dralle des Rohres, dann in der ungenügenden Führung und fehlerhaften Form der Geschosse.

Da sich die Ovalgeschütze für die Lademethode von der Mündung aus eignen, und die eben genannten Mängel doch leicht beseitigt werden können, so hat der um die Waffenliteratur sich verdient gemachte k. bayrische Artillerie-Oberstlieutenant Schmölzel in der militärischen Zeitstudie „die gezogene Kanone", die Wege angedeutet, auf welchen mit solchen Rohren günstige Resultate zu erreichen wären. Er selbst hatte Versuche mit einem bronzenen Rohrmodell von 6pfd. Kaliber ($^1/_6$ der wirklichen Grösse) ausgeführt und befriedigende Resultate erhalten, welche in dem citirten Werke angegeben sind.

(Fig. 85.)



Untersucht man die Bewegung und die Führung des Geschosses in einer gewundenen Bohrung von elliptischem Querschnitte, so zeigt sich sogleich, dass Beide so stattfinden müssen, wie in einer Polygonal-Bohrung. Stellt *a b c d*, Fig. 85, den Bohrungsquerschnitt am Geschosslager und *S* den Querschnitt des mit Spielraum geladenen Geschosses dar, so ist leicht zu entnehmen, dass letzteres sich an einer und derselben Bohrungsstelle nur nach Massgabe des Spielraumes wenden oder drehen kann. Je grösser nämlich der Spielraum ist, desto grösser wird der durch diese Drehung entstehende Winkel, desto heftiger wird auch der erste Geschossanschlag und das fernere Schlottern des Geschosses werden.

Deshalb muss man auch bei der Ovalbohrung den Spielraum auf ein sehr kleines Mass beschränken. Die Durchmesser der Querschnittsfigur sind in der Grösse von einander verschieden, und bedingen daher in einer gewundenen Ovalbohrung weitere und engere Stellen, durch welche die Rotation des nach vorwärts bewegten Geschosses gerade so wie in der Polygonalbohrung eingeleitet wird. Windet sich das Rohr von rückwärts gegen die Mündung von links über oben nach rechts, also von *d* über *c* nach *b*, so muss das Geschoss *S*, welches von der Pulverkraft gerade nach vorwärts geschleudert wird, bald an die sich durch die Windung verengenden Bohrungsstellen *e* und *f*, Fig. 85, treffen, und an denselben nach der Richtung der Rohrwindung schleifend zur Rotation gebracht werden.

Die Stellen der Bohrung *e* und *f*, an welche das bewegte Geschoss zuerst anstösst, der Winkel *a' o a* und die anfangs der Bewegung gerad-

linig durchlaufene Strecke lassen sich ebenso wie bei der Polygonalbohrung bestimmen.

Aus dem Gesagten folgt auch, dass die grosse und kleine Achse des elliptischen Bohrungsquerschnittes, je nach dem Kaliber, in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen müssen.

Als ein Beispiel des Achsen-Verhältnisses der Ellipse bei der Bohrungs-Konstruktion sei hier erwähnt, dass bei den von Lancaster 1862 in der Londoner Ausstellung exhibirten Geschützen u. z.:

Beim 100pfdg Kanonenrohr (12′ lang) die grosse Achse $8\,^1/_3''$, die kleine $7\,^{10}/_{12}''$ beträgt — (auf die Bohrungslänge des Rohres $^1/_4$ Umdrehung als Drall); bei einem zweiten Rohre (von 6′ Länge — Feldkanonen-Rohr) hat die grosse Achse $4\,^1/_2''$, die kleinere 4″ (Dralllänge 10 Fuss).

Damit weiters bei der elliptischen Bohrung die Führung des Geschosses stattfinde, muss die grössere Achse des elliptischen Geschossquerschnittes auch grösser sein als die kleine Achse des Bohrungsquerschnittes, also $a'\,c' > d\,b$. Der Unterschied dieser beiden Grössen muss so bestimmt werden, dass kein Einzwängen des Geschosses in der Bohrung stattfinde, was eintreten würde, wenn der Winkel, den die gleichnamigen Achsen der Querschnitts-Ellipsen bei der Geschossbewegung einschliessen, sich dem Werthe von 90 Grad nähert, oder wenn der Punkt e nahe an den Punkt d zu liegen kommt.

Verzeichnet man im Querschnitte der elliptischen Bohrung den Kaliberkreis $b\,g\,d\,h\,b$ mit dem Durchmesser $b\,d$ der kleinen Achse, so ergeben sich zwei elliptisch profilirte Züge $b\,c\,d\,g\,b$ und $b\,a\,d\,h\,b$, deren Breite $b\,d$ und deren Tiefe $g\,c = o\,e - o\,d$ ist. Aus diesem Grunde kann man die Ovalbohrung auch als zweizügige Bohrung betrachten; und in der That wird die Führung des Geschosses in derselben auch nur von zwei sich diametral gegenüberliegenden Stellen e, f der Bohrungswände bewirkt.

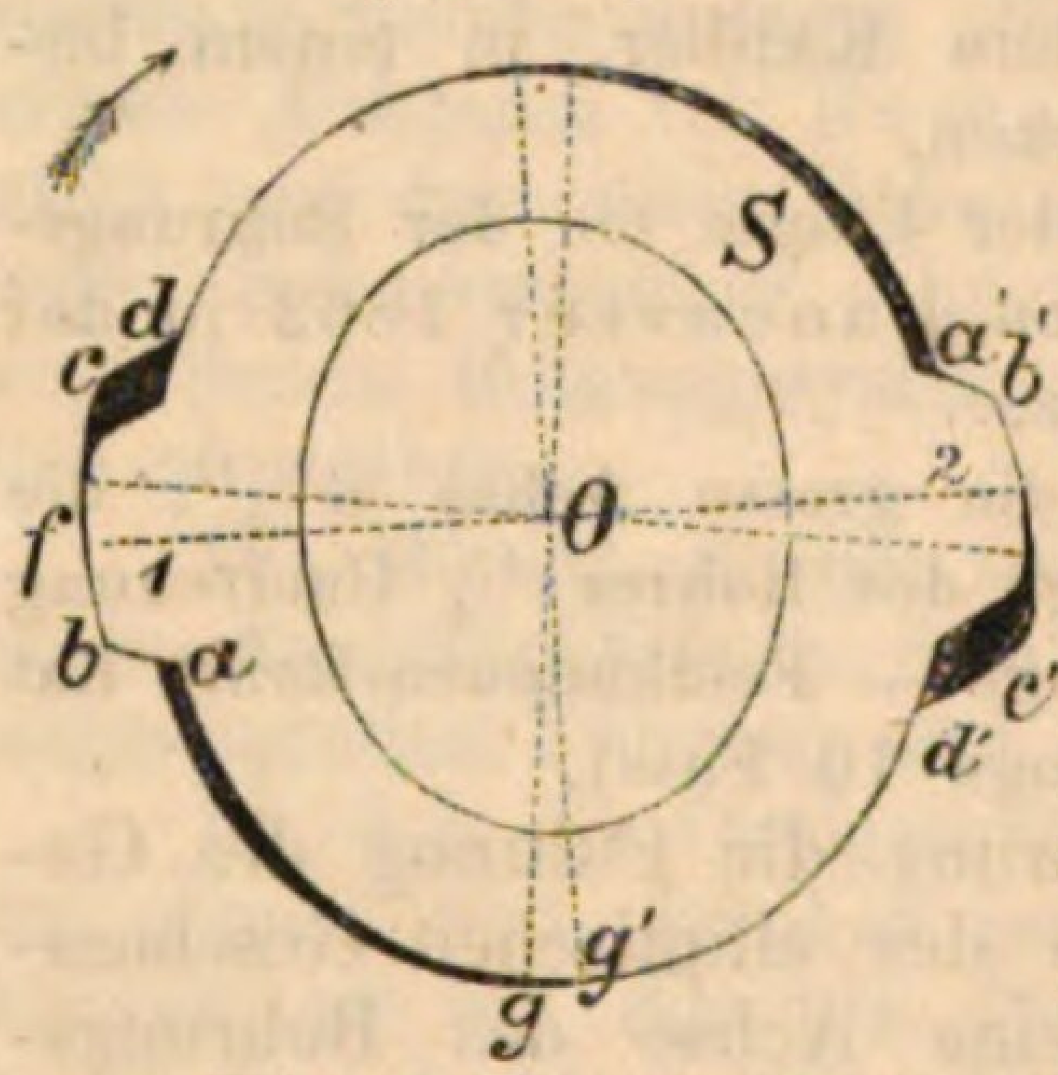
Je grösser der Spielraum ist, desto kleiner sind die Bohrungsflächen, welche das Geschoss führen und zur Rotation anregen.

Diese ungenügende und schwache Führung schliesst daher ein Einzwängen oder Einklemmen des mit Spielraum geladenen Geschosses in den engeren Stellen der Ovalbohrung nicht aus. Durch das Einklemmen würde aber nicht nur die Bohrung, sondern auch das Geschoss sehr viel leiden, und die Deformation seiner Oberfläche oder das Abschälen seines Mantels, falls es mit einem solchen versehen wäre, müsste davon die nächste Folge sein. Man muss daher auch zur Vermeidung dieser Uebelstände den Spielraum bei Ovalbohrungen vermindern, oder durch Anwendung von Expansions-Geschossen, oder der Hinterladung und der Pressions-Geschosse ganz beseitigen.

§. 87. Anordnung der Ovalbohrung, welche für eine leichte und genügende Geschossführung getroffen werden kann. Da bekanntlich zwei Züge für eine Drallbohrung, besonders bei grossem Rohrkaliber, nicht genügen, so wäre es für die leichte und gute Geschossführung zweckmässiger, statt der Ovalbohrung mit zwei Zügen eine Bohrung mit drei, vier etc. elliptisch profilirten Zügen anzuwenden, oder in die Ovalbohrung noch zwei trapezförmige Züge mit excentrischer Basis $a\,b\,c\,d$ und $a'\,b'\,c'\,d'$, Fig. 86, einzuschneiden, welche dem Einklemmen oder Einkeilen des mit Spielraum geladenen Geschosses ent-

gegen zu wirken bestimmt wären, und deshalb Gegenzüge genannt werden können. In diesem Falle wäre das Geschoss S mit zwei in die Gegenzüge eingreifenden Leisten 1, 2 zu versehen.

(Fig. 86.)



Bei einer solchen Anordnung schleift das Geschoss während des Ladens mit seinen Leisten an den Ladeflächen, beim Abschiessen hingegen an den Führungsflächen der Gegenzüge und wird im letzteren Falle gleichzeitig auch an seiner Mantelfläche in den elliptischen Zügen geführt.

Die Gegenzüge müssen um ein bestimmtes Mass breiter sein als die Geschossleisten. Dieses Mass ergibt sich aus dem Drehungswinkel $g' \, o \, g$, Fig. 86, und aus dem Abstande fo der Zugbasis von der Bohrungsachse o.

Die Ovalbohrung mit Gegenzügen vereint in einem gewissen Grade die Vortheile der Schraubenbohrung, und ist frei von dem Nachtheile des Geschosseinklemmens. Das Geschoss wird sich nämlich vermöge der elliptisch gewundenen Bohrung centriren und an den Gegenzügen hinlänglich isoliren; die Drehung und die Führung desselben wird sowohl durch die Gegenzüge als auch durch die elliptischen Züge der Bohrung bewirkt. Die Gegenzüge sichern somit nicht nur die Führung des Geschosses, sondern erleichtern auch seine Rotation, bewirken eine bessere Vertheilung des aus der geradlinigen und drehenden Bewegung entstehenden Druckes an den Führungsflächen der Bohrung und des Geschossmantels, als es die gewundene Ovalbohrung für sich allein im Stande wäre, und schonen daher sowohl das Rohr als auch das Geschoss.

Würde man überdies einen der Gegenzüge am Geschosslager verengen, oder das Geschoss nach dem Laden durch eine am Setzer angebrachte Vorrichtung bis an die Führungsflächen der Gegenzüge drehen, so würde auch der beim Schusse eintretende heftige Stoss des Geschosses an die sich verengenden Rohrwände vermieden, daher die Dauer des Rohres erhöht und eine etwa noch mögliche Deformation des Geschosses verhindert werden.

Die eben angegebene Anordnung soll hier nur als Beispiel dienen, dass sich ebenso wie jede andere Bohrung auch die Ovalbohrung für den erfolgreichen Gebrauch der Spitzgeschosse, die um ihre Längenachse zur Rotation gezwungen werden müssen, zweckmässig einrichten lässt. Gleichwohl hat die Ovalbohrung noch viele Mängel, die im Principe derselben begründet sind, und sich nicht so leicht wie die schwache Führung beseitigen lassen.

4. Die Keilbohrung (Spiralbohrung).

§. 88. Der Keilbohrung liegt vorangehend das Streben zu Grunde, die nachtheiligen Einflüsse des Spielraumes bei Vorderladungsrohren zu beseitigen und die schädlichen Einwirkungen desselben auf die Treffsicherheit zu paralisiren; — ferner eine feste und unwandelbare Führung des Geschosses innerhalb der Bohrung in allen Fällen zu erreichen.

Da die nachtheiligen Einflüsse des Spielraumes in dem unsicheren und schlotternden Gange des Geschosses und in den Anschlägen desselben an die Bohrungswände sich äussern, so liegt es nahe dahin zu streben, dass das Geschoss während seiner Bewegung im Rohre sich mit einem Theile seiner Oberfläche stets innig an die Bohrungswand anschmiege,

dadurch eine sichere Führung erlange, und dass hiebei der Spielraum auf das möglichst kleinste Mass beschränkt sei.

Diesen Anforderungen aber durch eine schickliche Konstruktion der Bohrung und des Geschosses allein zu entsprechen ist schwierig, indem ihre vollständige Erfüllung auch von dem Schiesspräparate abhängt, welches angewendet wird.

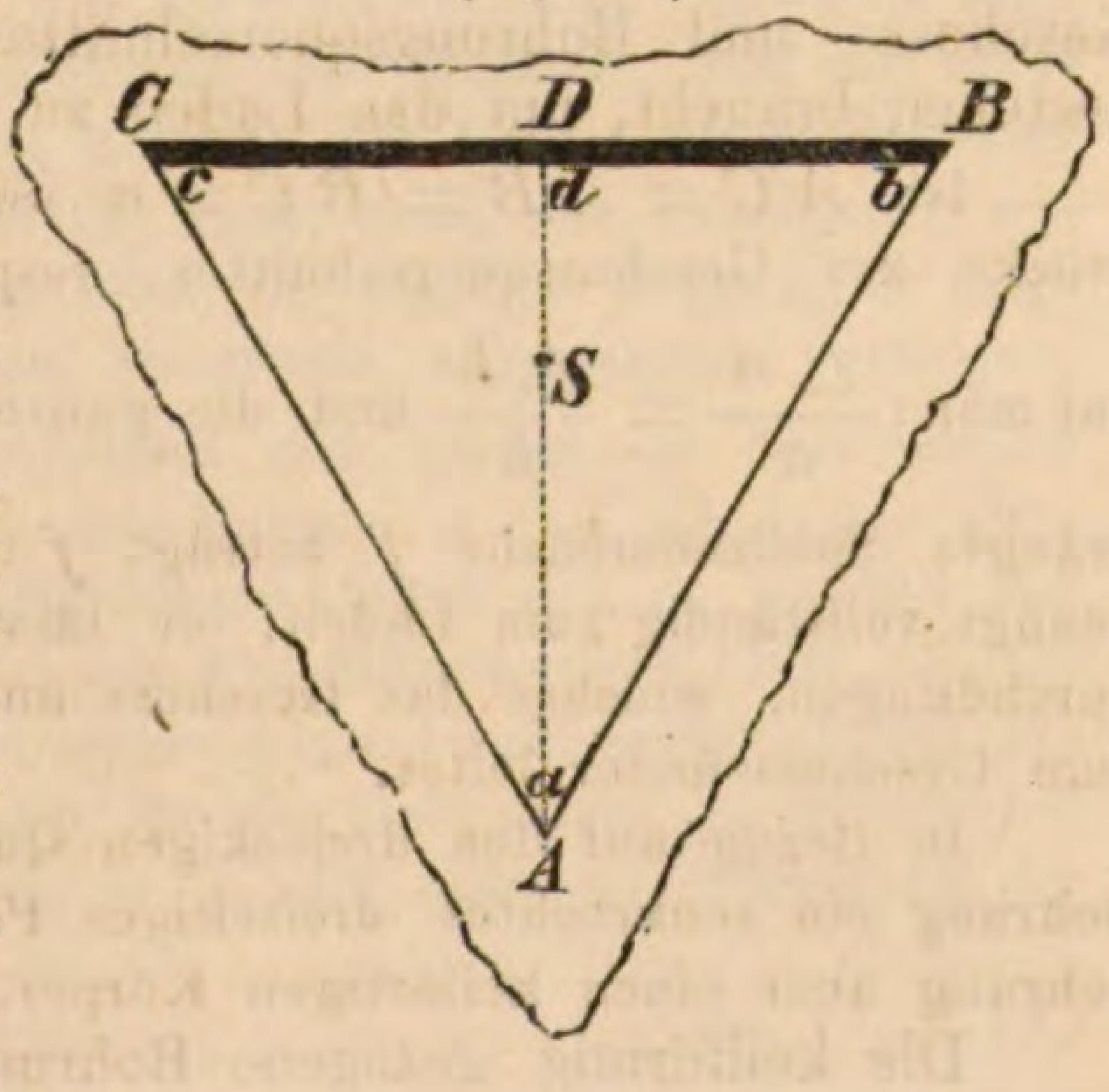
Beim Schiesspulver lassen die zurückbleibenden starren Verbrennungsprodukte, die sich krusten- und porkenartig an die Bohrung ansetzen und durch das gewöhnliche Auswischen nicht ganz entfernt werden können, jene innige Berührung des Geschosses mit der Bohrungswand und den geforderten kleinen Spielraum bei den vorangehend besprochenen Bohrungskonstruktionen für Vorderladungs-Rohre nicht in dem Masse zu, welches für den beabsichtigten Zweck vollkommen entsprechend wäre.

Bei der Schiesswolle ist zwar der äusserst geringe Anflug von Russ, der kaum die Bohrung schwärzt, weder dem Laden noch der Anlehnung des Geschosses hinderlich, und der Spielraum braucht nicht grösser zu sein, als ihn die Toleranz, die man in den Dimensionen des Geschossquerschnittes gestattet, eben erfordert; allein gegen ihre Anwendung spricht vorläufig der Umstand, dass sie in ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit noch nicht allen Anforderungen genügt, welche an ein vollkommen entsprechendes Schiesspräparat gemacht werden müssen.

(Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass bei Anwendung des Pulvers die Lösung der obigen Aufgabe durch die Keilbohrung in zufriedenstellender Weise stattfindet, so würde dieselbe bei Benützung eines Schiesspräparates, wie es die Schiesswolle bietet, jedenfalls eine vollständigere sein müssen.)

Es kommt daher beim Entwurfe einer den obigen Anforderungen genügenden Bohrungskonstruktion vorangehend darauf an, die nachtheiligen Folgen des geringen Spielraumes durch eine entsprechende Form der Bohrung aufzuheben und dabei eine vollkommene Führung zu erreichen. Man wird auf dieselbe durch folgende Betrachtung geleitet, wenn man von der Polygonalbohrung (als der in dieser Beziehung noch am meisten entsprechenden) ausgeht. Hat der Querschnitt einer Bohrung allgemein n Seiten, so kann das geladene Geschoss in der Regel höchstens nur mit 2 seiner Seiten auf den korrespondirenden der Bohrung aufliegen, und zwischen $(n-2)$ Seiten findet ein gegenseitiger Abstand statt. Die Abstände nehmen um so mehr zu, je weiter sie sich von der Aufliege-Stelle entfernen.

(Fig. 87.)



Die besagten $(n-2)$ Abstände geben in ihrer Gesammtheit den Spielraum. Durch diesen dringt beim Feuern bekanntlich ein Theil des entwickelten Gases vor und über das Geschoss, und veranlasst eine Pressung auf dasselbe. Da aber diese Pressungen nicht auf allen Seiten von gleicher Stärke sind, so empfängt der Flugkörper ungleiche Impulse, die zu einem unregelmässigen Gange Anlass geben.

An je weniger Stellen jedoch

das Gas vorzutreten vermag, um so geringer wird auch die Anzahl der störenden Kräfte, welche Ablenkungen herbeiführen werden. Am besten wird es daher sein, wenn das Gas nur an einer einzigen Stelle vordringen kann, und in diesem Falle wird $n - 2 = 1$ folglich $n = 3$.

Die Untersuchung führt auf eine Bohrung, deren Querschnitt von 3 Seiten begrenzt wird, also ein Dreieck ist. Man kann, wie bereits im §. 85 gesagt, dafür das gleichseitige Dreieck ABC, Fig. 87, annehmen. Das Geschoss habe dabei den Querschnitt $abc \sim ABC$.

Denken wir uns zuerst den Querschnitt am Ende der Bohrung so gestellt, dass der der Grundlinie BC gegenüberliegende Scheitel A den tiefsten Ort einnehme, also in der durch den Schwerpunkt S gehenden Vertikalen liege. Das Geschoss wird sich dann seines Gewichtes wegen so in die Bohrung lagern, dass sein Scheitel a mit jenem A der Bohrung zusammenfällt, wobei die Seiten ac und ab des Geschosses innig mit jenen AC und AB der Bohrung in Berührung treten, — da erstere auf letztere gedrückt werden. Der Gesammtspielraum drängt sich hiebei zwischen cb und CB zusammen.

Beim Schiessen wird die im Schwerpunkt S vereinigt gedachte Triebkraft das Geschoss nach vorwärts bewegen, hingegen jener Theil des Gases, der durch den Spielraum entweicht, einen gewissen Druck Q auf die Seite cb des Geschosses ausüben, in Folge dessen dasselbe noch mehr an die Wände AC und AB gepresst wird. Die kräftig herbeigeführte Anlehnung des Geschosses an die erwähnten Seitenwände gibt ihm eine völlig gesicherte Führung und lässt kein Schlottern und Anschlagen desselben im Rohre zu. Der Spielraum, der sonst die richtige Geschossbewegung benachtheiligt, trägt hier, wie bereits erwähnt, sogar fördernd zu derselben bei.

Es ist ferner gerade nicht nothwendig, dass am Ende der Bohrung der Scheitel A die tiefste Stelle einnehme, wenn nämlich durch ein Mittel beim Laden der Scheitel a des Geschosses in jenen A genau gebracht werden kann. Es wird dann der Druck Q des ausströmenden Gases das Uebereinanderfallen dieser Scheitel stets bewerkstelligen, wobei eine strenge Anlehnung des Geschosses an die Wände der Bohrung und eine genaue Führung des ersteren eintreten muss, mag die Bohrung gerade oder mit einem Drall gezogen sein.

Man sieht ferner, dass zwischen den korrespondirenden Seiten des Geschoss- und Bohrungsquerschnittes nur ein geringer Unterschied zu bestehen braucht, um das Laden zu ermöglichen.

Ist $AC = AB = BC = a$ und $AD = h$, und sind die analogen Stücke des Geschossquerschnittes, respektive um $\triangle a$ und $\triangle h$ kleiner, so hat man: $\frac{\triangle a}{a} = \frac{\triangle h}{h}$ und die ganze zwischen CB und cb zusammengedrängte Spielraumfläche f beträgt $f = a \triangle h = h \triangle a$. Dieser Spielraum genügt vollständig zum Laden, er lässt ferner ein angemessenes Gasquantum durchdringen, welches das Geschoss an die Bohrung drückt, und das Feuer zum Geschosszünder leitet.

In Bezug auf den dreieckigen Querschnitt bildet eine gerade gezogene Bohrung ein senkrechtes dreiseitiges Prisma, oder einen Keil, — eine Drallbohrung aber einen keilartigen Körper.

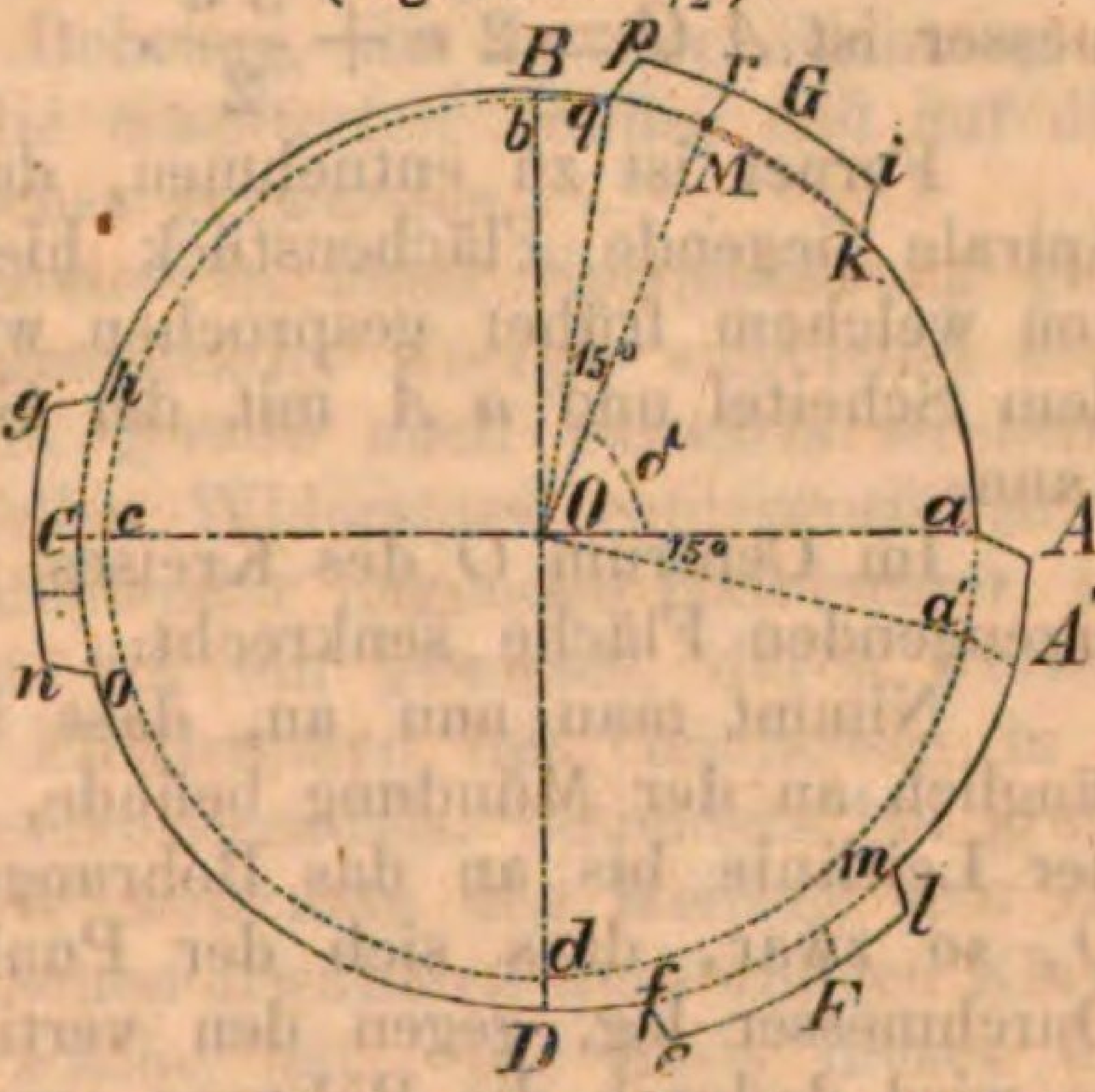
Die keilförmig gezogene Bohrung kann jedoch in dieser Art und

Form, wie bereits im §. 85 erwähnt wurde, für die Ausübung nicht benützt werden, da das Geschoss für einen richtigen Flug ausserhalb des Rohres und für andere Zwecke nicht günstig gebildet ist.

Es lässt sich aber das Princip des Keiles auch einer Kreis-Bohrung zu Grunde legen, wenn man dabei an denselben Bedingungen festhält, die auf den Keil führten.

Es kommt nur darauf an, dass der Querschnitt des Geschosses nicht nur jenem der Bohrung ähnlich sei, sondern dass ersterer mit lezterem bis auf ein gewisses kleines Stück, wohin der Spielraum fällt, völlig übereinstimme. Diese Kongruenz beider Schnitte lässt dann ein genaues Aneinanderschmiegen der homologen Seiten zu, und wird dieses überdies durch die Triebkraft gefördert und erhalten, so wird auch das Geschoss innerhalb der Bohrung unwandelbar fest geführt und ein Schlottern oder Anschlagen desselben während der Bewegung im Rohre unmöglich, sonach die gestellte Aufgabe gelöst, wenn anders dem Laden des Geschützes kein Hinderniss entgegensteht.

(Fig. 88 n. $\frac{1}{2}$.)



Durch die nachfolgende Konstruktion war man bestrebt, den besagten Zweck zu erreichen. Ist in Fig. 88 *abcda* der dem Geschosskaliber entsprechende Kreis, dessen Halbmesser $Oa = r$ sein soll, und man führt um diesen Kreis eine lineare Spirale, welche im Anfangspunkte a den Kreis berührt, sich aber auf ihrem Wege gleichmässig immer mehr und mehr von demselben entfernt, so zwar, dass dieselbe, wenn sie wieder in den Halbmesser $O\,a$, von welchem sie ausging, zurückkehrt, den Abstand $a\,A = a$ von dem erwähnten Kreise hat, so ist die von der Kurve $a\,B\,C\,D\,A\,a$ begrenzte Fläche der Querschnitt der Bohrung, welcher dieser Konstruktion zu Grunde gelegt wird.

Dass man bei dieser Konstruktion die gewöhnliche, lineare oder archimedische Spirale anwendet, begründet sich dadurch, weil sie nicht nur nach dem einfachsten Gesetze gebildet ist und ihre Krümmungshalbmesser ebenso einfach zu- oder abnehmen, sondern auch, weil die Geschosse, wie aus den späteren Untersuchungen erhellen wird, in solchen Bohrungen rings um ihre Oberfläche einen überall gleichen Spielraum anzunehmen vermögen.

Bezeichnet man in Fig. 88 den Abstand der beiden im horizontalen Durchmesser liegenden Punkte a und A der Spirale $a\,B\,C\,D\,A$ wie oben gesagt mit a, den Halbmesser $O\,a$ des Bohrungskalibers mit r, weiters den Winkel (Polarwinkel) $A\,O\,M$, welchen die aus dem Mittelpunkte (Pol) O nach irgend einem Punkte M dieser Kurve gezogene Linie (Radiusvektor) mit der Polarachse $O\,A$ einschliesst, im Bogenmasse für den Halbmesser 1, mit δ und die Länge des Radiusvektor $O\,M$ mit u; so erhält man als Gleichung der Spirale

$$u = r + \frac{a\,\delta}{2\,\pi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Aus d. Gl. (1) ist für die Winkel 0, 90, 180, 270 u. 360 Grad,
oder $\vartheta = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$ „ 2π der
Radiusvektor od. die Grössen Oa, OB, OC, OD „ OA
gleich r, $r + \frac{a}{4}$, $r + \frac{a}{2}$, $r + \frac{3a}{4}$ „ $r + a$.

Man sieht also, dass die Punkte a, B, C, D und A von den auf gleichen Halbmessern liegenden Punkten der Kreislinie um 0, $^1/_4\, a$, $^1/_2\, a$, $^3/_4\, a$ und a abstehen. Die Spiralbohrung bietet daher dem sich darin bewegenden Geschosse ebenso wie die Polygonalbohrung engere und weitere Stellen dar, weil die Durchmesser des Querschnittes verschieden gross sind. Der kleinste Durchmesser ist $aC = 2r + \frac{a}{2}$, von da an nehmen die Durchmesser immer mehr und mehr zu, und der auf aC senkrechte Durchmesser BD beträgt schon $2r + a$. Der grösste Durchmesser ist $AC = 2r + \frac{3a}{2}$.

Ferner ist zu entnehmen, dass das zwischen dem Kreise und der Spirale liegende Flächenstück hier die Stelle jenes Dreieckes vertrete, von welchem früher gesprochen wurde, und dass beziehungsweise a mit dem Scheitel und aA mit der Grundlinie von jenem verglichen werden kann.

Im Centrum O des Kreises steht die Leitlinie oder Achse auf der erzeugenden Fläche senkrecht.

Nimmt man nun an, dass sich der Querschnitt $aBCDAa$ anfänglich an der Mündung befinde, und dreht sich derselbe, indem er an der Leitlinie bis an das Bohrungsende fortrückt, auch gleichmässig um O, so zwar, dass sich der Punkt A, welcher zuerst im horizontalen Durchmesser lag, gegen den vertikalen hin, aber nach abwärts bewegt, so wird dadurch die Bohrung erzeugt.

Was die Gestalt derselben betrifft, so sieht man, dass dieselbe aus einem Cylinder und aus einem gleichsam über demselben schräge umgewickelten elastischen Keile besteht, weshalb man ihr auch den Namen Keil-Bohrung oder kurz Keilzug gab.

Wegen der Entstehung der Bohrungsfläche durch die Bewegung eines Bohrungsquerschnittes, welcher von einer Spirallinie begrenzt ist, nennt man diese Bohrung auch Spiralbohrung.

Aa bildet den Rücken des Keiles, ist die Ladefläche des Keilzuges, und heisst Keilansatz; — die durch $ADCBa$ dargestellte Fläche ist die Führungsfläche der Spiralbohrung oder des Keilzuges.

Die soeben beschriebene Spiralbohrung, sowie auch die Bohrung mit Keil- oder Spiralzügen ist die Erfindung des k. k. österr. G. M. d. Artillerie Br. Lenk von Wolfsberg.

Der Geschossquerschnitt ergibt sich aus dem Bohrungsquerschnitte dadurch, dass man von der Spirale des letzteren ein gewisses Stück AA_1 abschneidet. Der erstere stimmt daher mit dem Querschnitte der Bohrung völlig überein, nur ist er um das Flächenstück aAA_1a_1 in welchem der Gesammtspielraum koncentrirt werden kann, kleiner als dieser.

Bei dieser Anordnung wird die Bohrung von dem Geschosse bis auf das erwähnte Stück ausgefüllt. Es ist daher ein inniges Berühren der Geschoss- und Bohrungsflächen möglich.

Um dies zu bewirken, hat das Geschoss an seiner ogivalen Spitze zwei Warzen, in welche zwei im Setzkolben angebrachte Vertiefungen einzugreifen vermögen. Beim Laden des Geschosses wird dessen Keilansatz ganz nahe an den Keilansatz der Bohrung gebracht, wobei dann der Spielraum sich rings um das Geschoss vertheilt und ein unbeanständetes Laden gestattet. (Siehe Fig. 91, §. 91.) Ist dann das Geschoss bis an den Stossboden eingeführt, so wird der Setzer gedreht, dadurch werden die Warzen des Geschosses erfasst, und dieses kann nun so weit in dem Zuge gedreht werden, als es die Bohrung zulässt, wobei sich der ganze Spielraum wieder zwischen den beiden Keilansätzen vereinigt. (Siehe Fig. 90, §. 91.) Es ist daher die Anlehnung des Geschosses an die Bohrungswand eingeleitet, und das beim Abfeuern durch den Spielraum entweichende Gas, welches auf den Keilansatz des Geschosses drückt, erhält nicht nur das gegenseitige Anschmiegen der sich berührenden Flächen, sondern macht dasselbe noch fester und inniger.

Das durch die Pulverkraft nach vorwärts geschleuderte Geschoss wird durch die engeren Theile der Bohrung, die in der Richtung des Dralles liegen, zum Ausweichen in die erweiterten Theile, und auf diese Weise zur Drehung um die Längenachse gezwungen.

Damit die Rotation des Geschosses in einer Spiralbohrung gleich bei dem Beginne der Bewegung mit genügender Energie eingeleitet werde, müssen die Bohrungsverengungen dem gerade nach vorwärts strebenden Geschosse einen hinlänglichen materiellen Widerstand entgegenstellen. Es muss deshalb der Unterschied der aufeinander folgenden Halbmesser, oder die Breite des Keilansatzes $a\,A$, Fig. 88, ein gewisses, durch Versuche ermitteltes Mass erhalten, wenn ein Einklemmen des Geschosses in der Bohrung, oder ein Abschälen des Geschossmantels, besonders bei grossen Rohrkalibern, nicht eintreten soll. Wickelt man den Keilzug vom Bohrungscylinder ab, so erhält man den schon erwähnten keilförmigen Körper, der im Querschnitte eine dreieckige Fäche hat. Die Basis dieses dreieckigen Querschnittes ist dem Umfange des Bohrungscylinders und die Höhe des Dreieckes der Grösse des Keilansatzes gleich.

Die Wirkung des Keiles hängt bekanntlich von der Grösse des Winkels ab, den die zwei in eine Schneide zulaufenden Seitenflächen mit einander einschliessen, und der hier Keilwinkel genannt werden soll. Dieser Winkel findet sich auch in dem Dreiecke des Keilquerschnittes vor und liegt dem Keilansatze oder der Höhe desselben gerade gegenüber. Bezeichnet man diese Grösse wie früher mit a und die Basis des Dreieckes mit $2\,\pi\,r$, worin r der Halbmesser des Bohrungscylinders ist, so ergibt sich der Keilwinkel φ aus der Gleichung $tang.\ \varphi = \frac{a}{2\,\pi\,r}$. Soll der Keilzug in Bohrungen von verschiedener Grösse die Rotation des Geschosses mit gleicher Energie anregen oder einleiten, so muss die Wirkung des Keiles, oder die Grösse des Keilwinkels φ stets gleich sein. In obiger Geichung ist daher $\sphericalangle\,\varphi$, also auch $tang.\ \varphi$ constant, und es muss sich demnach mit der Grösse r, d. i. dem Kaliber der Bohrung, auch die Grösse a, d. i. die Breite des Keilansatzes im gleichen Verhältnisse ändern.

Hat man einmal die Grösse des Keilansatzes für eine bestimmte Bohrung zweckmässig ermittelt, so kann man die Grösse des Keilansatzes für jede andere, beliebige Bohrung mittelst der obigen Gleichung berechnen, denn aus derselben folgt sofort $a = 2\, r\, \pi\, tang.\, \varphi$, und für zwei verschiedene Bohrungen, die ihre Geschosse mit gleicher Energie zur Rotation zwingen, wegen der Geichheit der Keilwinkel, die Proportion:

$$a : a_{,} = r : r_{,} \text{ also auch } a_{,} = r_{,} \frac{a}{r} \cdot$$

Versuche haben gezeigt, dass ein Keilwinkel von 53 Minuten selbst bei kleinen Ladungen nicht genügt, das Abschälen des Geschossmantels zu verhindern und die Geschossrotation energisch einzuleiten. Bei einem Keilwinkel von $1^0\ 6'$ fand das Abschälen der Geschossmäntel und das Zerquetschen der Geschosse nicht mehr statt, und bei einem Keilwinkel von $6^0\ 3'\ 23''$ und $\frac{1}{6}$ geschossschwerer Ladung liess die Energie der Rotationseinleitung nichts zu wünschen übrig.

Das Mass Θ der Drehung des Geschosses von der Ladefläche bis zur vollkommenen Anlehnung seines Mantels an die Führungsfläche des Keilzuges hängt von dem Masse s des radialen Spielraumes, dann von der Grösse a des Keilansatzes ab, und ergibt sich aus $\Theta = \frac{s}{2\,a}$ in Theilen des Kreisumfanges, oder aus $\Theta = 180 \frac{s}{a}$ in Winkelgraden; z. B. es betrage der nach radialer Richtung gemessene Spielraum $\frac{1}{4}'''$ und die Grösse des Keilansatzes $2'''$, so ist das Mass der Geschossdrehung $\Theta = \frac{1}{16}$ eines Kreisumfanges, oder $\Theta = 22\frac{1}{2}$ Grade. Wie man aus diesem Beispiele entnimmt, wird bei den gegebenen Abmessungen $\frac{1}{16}$ des Umfanges der Spiralbohrung oder des Keilzuges für die Geschossführung unwirksam bleiben, indem dieses Mass die Basis jenes Raumes anzeigt, in welchem sich der zwischen dem Geschossmantel und der Bohrungswand durch die Geschossdrehung aufgehobene Spielraum vereinigt. Man erkennt sonach, dass die Führungsfläche einer Spiralbohrung oder eines Keilzuges desto schmäler werden muss, je grösser der Spielraum und je kleiner der Keilansatz gemacht werden.

Die Konstruktion der spiralförmigen Begrenzung des Geschoss- oder Bohrungsquerschnittes kann bei gegebener Grösse des Keilansatzes leicht und hinlänglich genau mittelst Kreisbögen auf nachstehende Weise ausgeführt werden. Ist in Fig. 90, §. 91, *a b c d a* der Erzeugungskreis, *a A* die gegebene Grösse des Keilansatzes, so theile man den Kreisumfang von dem Punkte *a* aus in 6 Theile, ziehe durch diese Theilpunkte die Halbmesser und beschreibe aus dem Mittelpunkte *O* mit $\frac{1}{6}$ der Grösse des Keilansatzes als Halbmesser einen Kreis. Dort, wo dieser Kreis die vorher gezogenen Halbmesser durchschneidet, sind die Mittel- oder Einsetzpunkte für die Kreisbögen, welche in ihrer Verbindung eine der Spirale ähnliche und ihr sehr nahe kommende Kurve geben. Um diese Kurve zu ziehen, setze man in den um einen Sextanten von *A O* zurückliegenden Einsetzpunkt 1, Fig. 90, ein und führe den Bogen *A I* mit dem Halbmesser 1 *A*, u. z. von *A* bis zum nächsten Halbmesser *O I*, setze ferner nacheinander in den Punkten 2, 3 6 ein und ziehe mit den Halbmessern 2 *I*, 3 *II* 6 *M* in gleicher Weise die an einander schliessenden Bögen *I II*, *II* C *M a*. Der letzte Bogen

reicht bis zum Ursprunge a und begrenzt die spiralförmige Kurve $A\ D\ C\ B\ a$. Ist F der Inhalt der Spiralfläche $a\ B\ C\ D\ A\ a$, Fig. 90, O der Ursprung rechtwinkliger Koordinaten, $A\ O$ die Abscissen- und $D\ O$ die Ordinatenachse; so sind die Schwerpunkts-Koordinaten dieser Fläche

$$X = \frac{a^2\,(2\,r + a)}{2\,\pi\,F},\quad Y = \frac{a}{\pi}\left(1 - \frac{a^2}{2\,\pi\,F}\right),$$

worin $F = \pi\,(r^2 + r\,a + {}^1/_3\,a^2)$, r den Halbmesser des Erzeugungskreises und a die Grösse oder Breite des Keilansatzes vorstellt.

Aus diesen Gleichungen ist zu ersehen, dass bei der nach einer Spiralfläche gezogenen Bohrung die Seellinie, Rohrachse oder Leitlinie, nicht durch den Schwerpunkt des Bohrungsquerschnittes geht. Die für derlei Rohre passenden Geschosse werden nicht nur unsymmetrisch sein, sondern ihre Längenachse, die mit der Seellinie übereinfällt, wird von der Schwerachse abweichen, d. i. nicht durch den Schwerpunkt gehen. Der Abstand der Längenachse von der Schwerachse wird mit der Grösse des Keilansatzes zunehmen. Die Bewegung dieser Geschosse wird nach dem Verlassen der Bohrung in Etwas von jener verschieden sein, die ein symmetrisches Geschoss, dessen Längenachse mit der Schwer- und Rotationsachse zusammenfällt, unter ganz gleichen Verhältnissen hat. Da ferner der Keilansatz im Sinne der Rotation liegt, so wird auch der laterale Luftwiderstand auf die Geschwindigkeit der Rotation und die übrigen Bewegungsverhältnisse nicht ohne Einfluss sein. Um diesen Einfluss theilweise zu beseitigen, oder den genannten Widerstand abzuschwächen, kann man den Keilansatz gegen die Richtung dieses Widerstandes schief stellen, oder besser noch entsprechend abrunden.

Die Bohrung, so wie sie jetzt angegeben wurde, zählt unter die Klasse der Polygonalbohrungen. Sie hat daher denselben Mangel wie diese, nämlich, dass die Rotation des Geschosses nicht gleich beim Beginne mit hinlänglicher Energie eingeleitet wird. Bei dem sehr geringen Unterschiede, welchen die Halbmesser des Querschnittes in ihrer Aufeinanderfolge haben, ist der materielle Widerstand, welchen die bezüglichen Bohrungsverengungen dem geraden Fortgange des Geschosses anfänglich entgegenstellen, nur ein geringer, weshalb das Geschoss nur wenig angeregt wird, aus der eingeschlagenen in eine andere Bahn einzulenken.

Dies könnte zur Folge haben, dass der Geschossmantel sich eindrückt und deformirt, und da das Geschoss hiebei immer weiter in gerader Richtung fortschreitet, dass das Andrücken des Mantels an die Bohrung bis zum Einklemmen des Geschosses getrieben würde, wenn nicht die hindernden Theile des Mantelumgusses von der Bohrung abgeschärft werden.

(Fig. 89.)

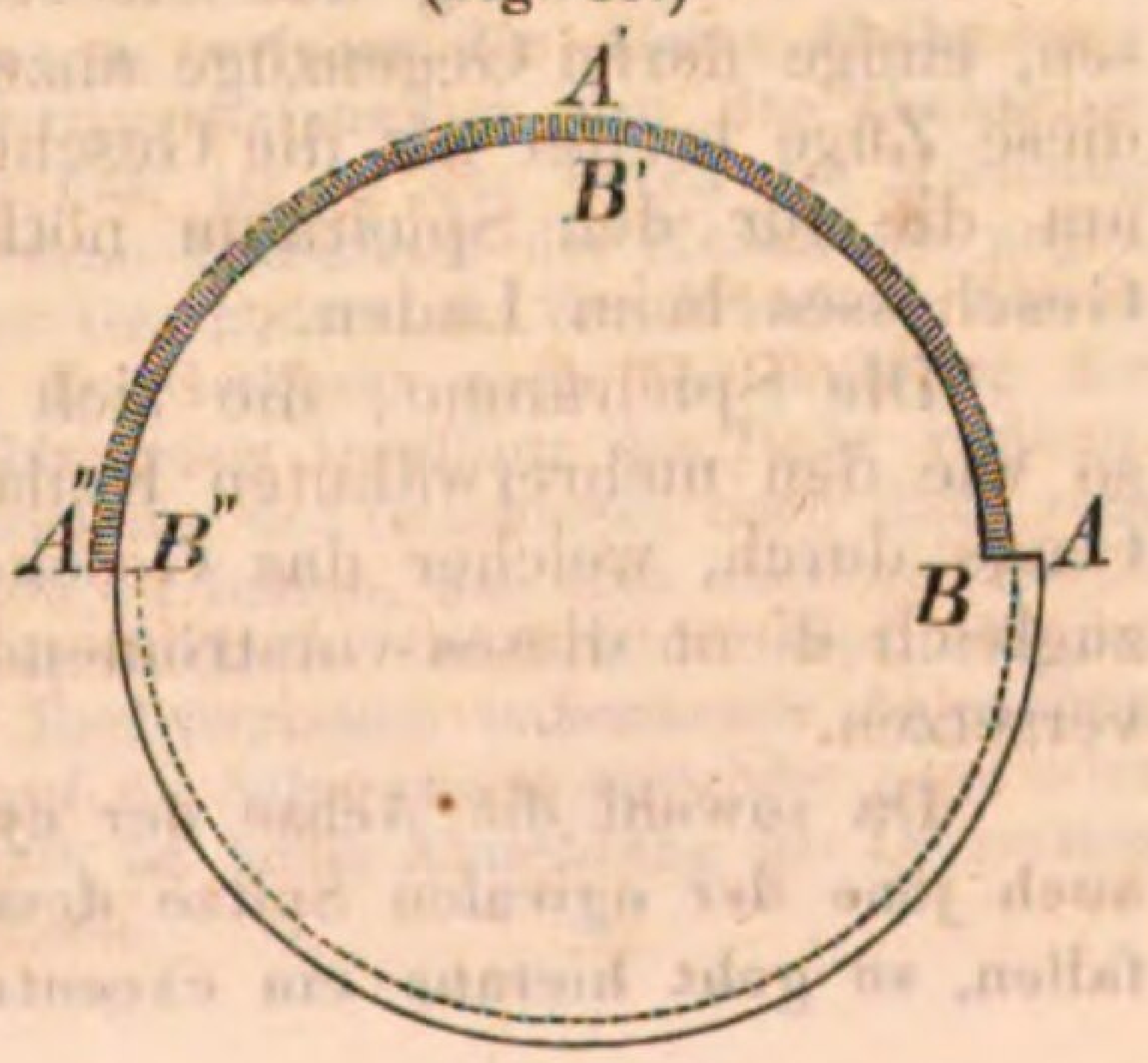


Fig. 89 macht dies klar, wo die punktirte Linie den Querschnitt am Ende der Bohrung, die scharfe hingegen den Mündungsquerschnitt darstellt.

Man sieht, dass, wenn keine Rotation des Geschosses eintreten und dieses in gerader Richtung fortschreiten würde, der oberhalb zwischen den beiden koncentrischen Bogen A und B liegende Theil des

Geschossmantels anfänglich eingedrückt, bei wachsendem Widerstande aber förmlich abgeschält werden müsste.

Obgleich nun bei einem deshalb ausgeführten Versuche die Mäntel der Geschosse keine Beschädigungen erlitten, und deren gute und genaue Führung sich thatsächlich herausstellte, so lässt sich doch vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, nicht läugnen, dass man auf dieses günstige Verhalten nicht immer mit Sicherheit rechnen könne, besonders aber dann, wenn die Mantel-Legirung etwas zu weich ausgefallen wäre.

Ueberdies tritt auch noch der Umstand hinzu, dass die Vergrösserung des Keilwinkels ihre Grenze findet.

Wollte man beispielsweise in einer Spiralbohrung von dreizölligem Kaliber den obenerwähnten Keilwinkel von 6° 3′ 23″ anwenden, so müsste der Keilansatz ungefähr 1″ hoch werden, was eine unförmliche Bohrung und ein ungünstig konstruirtes Geschoss ergäbe.

§. 89. Allen Unzukömmlichkeiten, die sich hier vielleicht einstellen könnten, glaubte man am besten vorzubeugen, indem man in die Keilbohrung gerade so, wie in eine cylindrische, Züge einschneidet, und das Geschoss mit Leisten versieht, wie dies aus Fig. 88, §. 88, ersichtlich ist.

Diese Züge heissen G e g e n z ü g e. Eine solche Bohrung vereint zum Theile die Vorzüge der Polygonalbohrung mit jenen der Schraubenbohrung und ist frei von deren Mängeln. Die Gegenzüge nämlich zwingen das Geschoss, im Momente als die Stosskraft wirkt, zur Rotation, da die der parallelen Bewegung entgegenstehenden Zugflächen einen hinreichenden Widerstand bieten, das Geschoss in die vorgezeichnete Bahn zu lenken; während das gleichzeitig hiebei stattfindende mässige Anpressen des Mantels ringsum an die Bohrungswand denselben vor Beschädigungen namentlich dem Abschälen schützt. Aus der besagten Kombination entspringt also eine Bohrung, die dem Geschosse gleich beim Beginne der Bewegung eine energische Rotation gibt und demselben eine gesicherte Führung verschafft, ohne Gefahr für den umgegossenen Mantel.

Allein es ist nicht zu verkennen, dass die Anbringung der Gegenzüge, dem Grundprincipe der Keilbohrung entgegen, den Spielraum wesentlich vergrössere, ein fremdes Element in die Konstruktion einführe und manche andere Nachtheile mit sich bringe; was zu der Ansicht drängt, dass es günstiger wäre, die Forcirung des Geschosses in der Keilbohrung in einer anderen Weise zu mindern.

Theoretisch sollte es scheinen, als genüge ein Gegenzug, allein zur besseren Vertheilung des Stosses auf mehrere Punkte ist es angemessen, einige derlei Gegenzüge anzubringen, deren 3 jedoch genügen. Dass diese Züge breiter als die Geschossleisten gehalten sein müssen, und zwar um die für den Spielraum nöthige Breite, folgt aus der Drehung des Geschosses beim Laden.

Die Spielräume, die sich zwischen den Geschossleisten und Zügen, so wie den mehrerwähnten Keilansätzen ergeben, lassen einen Theil des Gases durch, welcher das Geschoss stets an die Bohrungswand andrückt, zugleich dient dieses vorströmende Gas den Geschosszünder in Brand zu versetzen.

Da sowohl die Achse der cylindrischen Aushöhlung des Geschosses, als auch jene der ogivalen Spitze desselben mit der Erzeugungsachse zusammenfallen, so geht hieraus ein excentrisches Geschoss hervor. Es liegt nämlich,

wie schon erwähnt, dessen Schwerpunkt nicht in der erwähnten Achse, sondern fällt auf diejenige Seite von derselben, wo der Schwerpunkt der Grundfläche liegt. Das Geschoss wird im Rohre gezwungen, um die Erzeugungsachse der Bohrung zu rotiren, weil aber in dieser der Geschossschwerpunkt nicht liegt, so ist die Rotationsachse weder eine Schwerpunkts-, noch weniger aber eine freie Achse.*)

Trotzdem nehmen die Geschosse einen ganz regulären Flug, haben verhältnissmässig keine grossen Längen- und Seitenstreuungen, und nur höchst selten geschieht es, dass eines während des Fluges flattert.

Es ist dies ein thatsächlicher Beweis, dass die innige Anlehnung des Geschosses an die Bohrungswände, und die hieraus hervorgehende sichere Führung und stetige Bewegung im Rohre die Schussrichtigkeit im hohen Grade begünstigen, und dass im Gegenfalle, wenn das Geschoss eine unstete und schlotternde Bewegung schon im Rohre annimmt, hierin wesentlich der Keim grosser Ablenkungen desselben zu suchen sei.

§. 90. Die geschilderte Bohrung wurde zuerst bei einem österr. 4pf. Schiesswollgeschütz praktisch erprobt. Wie vom theoretischen Standpunkte aus zu erwarten war, haben auch die erhaltenen Schiessresultate das vorzügliche Verhalten dieser Bohrungsart bestätigt; indem mit Hinblick auf den kleinen Kaliber und die hierauf in höherem Masse einwirkenden Luftströmungen und störenden Einflüsse, selbst auf eine Distanz von mehr als 3000 Schritte weit geringere Längen- und Seitenabweichungen vorkamen, als dies bei den, nach dem Systeme La Hitté gezogenen Rohren selbst grösseren Kalibers der Fall ist.

Nach diesem Versuche wurde eine ganze Batterie mit Rohren ausgerüstet, welche nach dem in Rede stehenden Systeme gezogen waren. Diese Batterie lieferte bei den damit ausgeführten scharfen Uebungen sehr befriedigende Schiessergebnisse.

Wie bekannt hat der 4pfd. Kaliber einen Durchmesser von 3″, daher ist für selben $r = 1\,{}^1/_2{}''$, der Keilansatz a hat die Breite von 2‴. Der in Fig. 88 dargestellte Querschnitt einer 4pf. Bohrung geht durch die Mündung. Dieser Querschnitt macht bis an das Bohrungsende ungefähr eine halbe Umdrehung und daher beträgt die Dralllänge beiläufig 63·8″. Es ergibt sich hieraus die Grösse des dem Kaliberhalbmesser entsprechenden Drallwinkels nahezu mit $8\,{}^1/_2{}^0$.

*) Da der Schwerpunkt des Geschosses nicht in der Rotationsachse liegt, so fällt auch der Mittelpunkt der Trägheit noch weiter von derselben hinweg. Letzterer Punkt, in dem man sich die ganze Masse des Geschosses vereinigt denken kann, beschreibt daher eine Dralllinie im Rohre, zu welcher der kleine Halbmesser gehört, welcher dem Abstande des Trägheitsmittelpunktes von der Drehachse gleicht. Ist nun — wie dies wirklich der Fall ist — der durch die Mündung gehende Querschnitt so gestellt, dass von vorne betrachtet der Keilansatz gegen rechts liegt, so fällt auch beim Austritte des Geschosses aus der Mündung dessen Trägheitsmittelpunkt nach rechts. Da nun das Geschoss nach der Richtung der Tangente der von der Gesammtmasse durchlaufenen Dralllinie das Rohr verlässt, so folgt hiedurch augenscheinlich eine Abweichung des Geschosses nach links vom Ziele. Diese Abweichung in gewissen Grenzen zu halten, hat man aber zum Theile in seiner Gewalt, weil hierauf die Geschossdimensionen von Einfluss sind. Es ist hiedurch ein Mittel geboten, die aus der Rechtsrotation entstehende Ablenkung des Geschosses nach rechts mit Rücksicht auf die Schussweite entweder ganz oder doch zum Theile zu kompensiren, und deshalb ist keine Abrichtung der Derivation wegen bis auf eine gewisse Distanz erforderlich.

Um einen Vergleich zwischen der Schussrichtigkeit des Rohres mit der Keilbohrung und eines andern gezogenen Drallrohres mit Schraubenbohrung zu erhalten, wurde noch ein zweites 4pfd. Rohr dem Versuche unterzogen; die ursprünglich cylindrische Bohrung desselben erhielt 4 gewindartige Züge und der Mantel des Geschosses 4 korrespondirende Leisten.

Nicht nur, dass von den letzteren beim Schiessen eine erhebliche Zahl derselben (circa $^1/_4$) schon im Rohre die Mäntel verloren, blieb auch hiebei die Schusspräcision weit hinter jener der Keilbohrung zurück, indem die Längen- und Seitenstreuungen durchschnittlich das Doppelte, ja meistens das Dreifache von denen betrugen, welche bei der Keilbohrung vorkamen. Nach dem 4pfd. Rohre wurde ein 3pfd. Gebirgsgeschützrohr mit dem Keilzuge den Schiessexperimenten unterzogen, wobei sich eine Treffsicherheit ergab, die mit Hinblick auf den kleinen Kaliber sehr befriedigte; schliesslich wurde ein Rohr vom 8pfd. Kaliber mit der Keilbohrung versucht, wobei sich eine noch höhere Schusspräcision ergab, als sie der kleinere 4pfd. Kaliber zu geben vermochte.

Gewiss ist es, dass durch die Keilbohrung die Treffsicherheit wesentlich befördert wird, und wenn diese, jene der Hinterladungsrohre auch nicht erreicht, was nicht verlangt werden kann, so ist dieselbe doch für Feldgeschütze völlig genügend. Nachdem man schon anfänglich versuchsweise aus Keilbohrungen mit Pulver schoss, wurden im Jahre 1861 erneuert Versuche über die Anwendbarkeit von Pulverladungen bei denselben vorgenommen.

Es wurde nämlich aus dem 3-, 4- und 8pfd. Schiesswollgeschütze mit Pulver geschossen, und aus jedem derselben geschahen 100 Schüsse in solchen Tempi's, dass jedes Geschütz per Minute 1 Schuss gab, die Bohrungen wurden blos durch das gewöhnliche Auswischen nach jedem Schusse gereinigt.

Bei allen 3 Kalibern konnte trotz des geringen Spielraumes das Laden unbeanständet vorgenommen werden, dieser Sachverhalt lieferte den Beweis, dass aus einem Rohre, dessen Keilbohrung der Schiesswolle angepasst ist, nöthigenfalls mit Pulver geschossen werden könne, indem durch die strenge Anlehnung des sich bewegenden Geschosses an die Bohrungswand, der Pulverrückstand jedes Schusses durch den nachfolgenden mit fortgerissen wird.

Ungeachtet dieser Thatsache lässt sich doch nicht läugnen, dass die Vorzüge der Keilbohrung bei der Schiesswolle in einem höheren Grade als beim Schiesspulver sich geltend zu machen vermögen. Nach den oben bezeichneten günstigen Resultaten, welche man mit Schiesswollgeschützen von der angegebenen Bohrungskonstruktion erzielt hatte, wurden im Jahre 1862 drei k. k. Artillerie-Regimenter mit solchen Batterien versehen, welche im Sommer d. J. Schiessübungen zu Wien, in Italien, Steiermark und Kroatien vornahmen. Die letzteren ergaben, dass die Treffsicherheit und Wirkungsfähigkeit dieser Geschütze den Anforderungen des Feldkrieges vollkommen entspreche.

Wenn nun auch in Folge der bei diesem grossartigen Versuche gewonnenen Erfahrungen und vorgekommenen Anständen bei der Depositirung und Erzeugung der Schiesswolle, von der weiteren Aufstellung dieser Batterien abgegangen wurde, — so ist es doch ausser allem Zweifel, dass die Keilbohrung auch bei Anwendung des Schiesspulvers ihre Vortheile zur Geltung bringt und es wurde dieselbe demgemäss bei der Rohr-Konstruktion des neuen Feldartillerie-Materiales vom J. 1863 in jeder Beziehung gewürdigt.

Bei den 3pfd. Gebirgs- und den 4- und 8pfd. Feldkanonenrohren, welche die Einrichtung für Schiesswollladungen haben (System Lenk), zeigt der

Querschnitt der Bohrung (welche vor dem Ziehen gerade und cylindrisch ausgebohrt wird) eine Spiralfläche (durch die archimedische Spirale begrenzt) mit 3 Zügen (Fig. 88).

Für das 4pfd. Schiesswollrohr beträgt die Länge des Dralles 63″ 10‴. Da die gezogene Bohrung 35″ lang ist, so macht der Drall im Schiesswollrohre 0·55 einer Umdrehung. Der Drallwinkel beträgt $8\frac{1}{2}^0$.

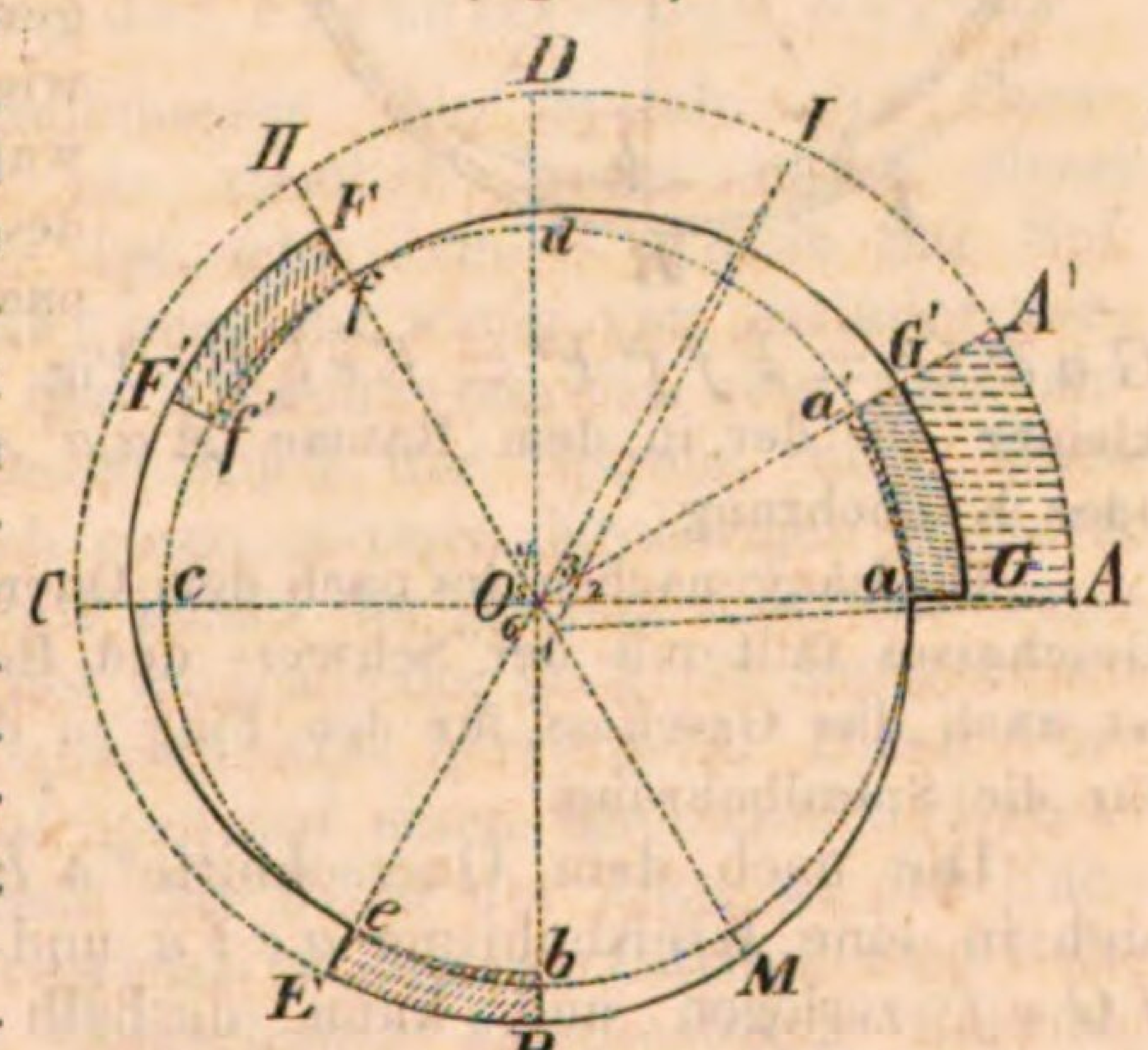
Die 3- und 8pfd. Kanonen sind, ihrem Kaliber entsprechend, mit dem 4-Pfdr. in der Bohrung auf ganz gleiche Weise konstruirt. Beim 8-Pfdr. macht der Drall auf 80″ eine ganze, daher auf die gezogene Bohrung von $44\frac{3}{4}$″, 0·56 einer Umdrehung.

Der Durchmesser der Bohrung ist beim 4-Pfdr. 3·1″, beim 8-Pfdr. 3·9″; die Bohrungslänge beim 4-Pfdr. $39\frac{1}{2}$″, beim 8-Pfdr. $49\frac{1}{2}$″; die Höhe des Keilansatzes 2‴.

Die Züge *C*, *F* und *G*, Fig. 88, sind an der Basis 1″ und an den Feldern 1″ 6^{IV} breit und 2‴ tief. Die Basis der Züge ist mit der spiralen Oberfläche parallel und von dieser bei allen 3 Zügen gleichweit abstehend. Die Flächen *ef*, *gh*, *ik* heissen auch hier Führungsflächen, weil sie das Geschoss während seiner Bewegung im Rohre führen, und die Flächen *lm*, *no*, *pq* die Ladeflächen der Gegenzüge, weil sie das Geschoss während des Ladens führen.

§. 91. Es wurde schon erwähnt, dass bei einer Keil- oder Spiralbohrung die Leit- oder Seellinie nicht durch den Schwerpunkt der Erzeugungs- oder Querschnittsfläche geht und deshalb auch unsymmetrische, excentrisch gestaltete Geschosse erfordert, die von der normalen Flugbahn desto mehr abweichen müssen, je grösser der Keilansatz ist etc. Um diesen Uebelständen erfolgreich abzuhelfen, ohne die Vortheile der Keilbohrung bezüglich der festen und sicheren Geschossführung und der Koncentration des Spielraumes auf einzelne Umfangsstellen aufzugeben, kann man die Keilbohrung auf nachstehende Weise abändern. Man theile den Erzeugungskreis *abcda*, Fig. 90, in eine entsprechende Anzahl gleicher Theile, z. B. in 3 Theile *ae*, *ef* und *fa*, führe die Spirallinie des Querschnittes nicht um den ganzen Kreisumfang, sondern nur bis über den ersten der Theilungspunkte *e*, betrachte diesen so wie auch die übrigen Theilungspunkte, als Ursprungspunkt derselben Spirallinie, die man in gleicher Weise, wie anfangs erwähnt, nicht um den ganzen Umkreis führt, sondern über den nächsten Theilungspunkt enden lässt, so erhält man den in Fig. 90 von 3 gleichen Spirallinien *aMBE*, *eF′F*, *fG′G* begrenzten Bohrungsquerschnitt *aEeFfGa*, dessen Mittelpunkt *O* mit dem Schwerpunkte der Querschnittsfläche zusammenfällt.

(Fig. 90.)

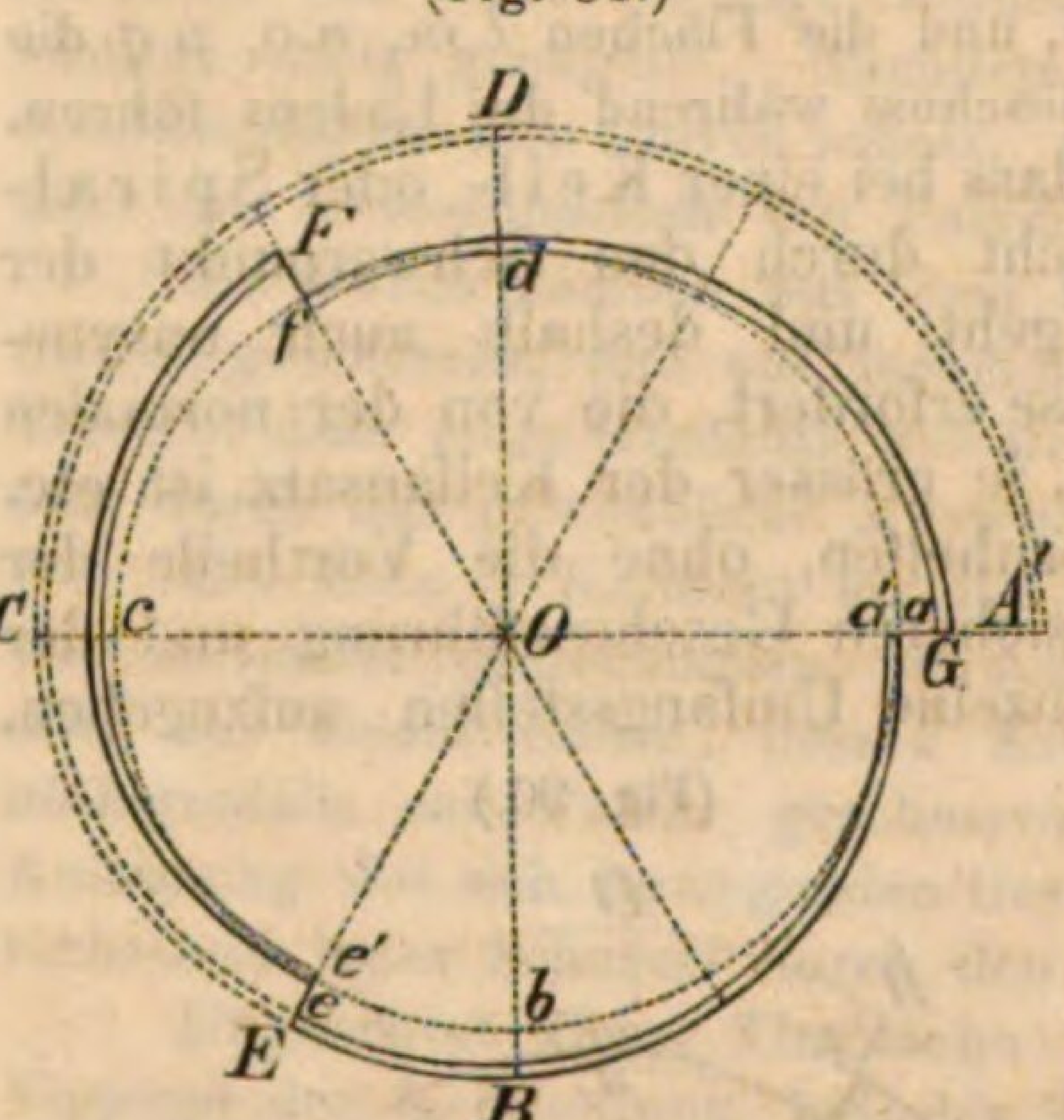


Die Spirallinien *eF′F* und *fG′G* laufen mit der um den ganzen Umfang gezogenen Spirale *aBCDA* parallel und können als die um *eE* = *E*II, *f*II = *GA* zurück gezogenen Theile *EC*II, II*DA* betrachtet

werden. Die 3 Keilansätze $eE = Ef = Ga$ sind zusammen genommen ebenso breit wie der Keilansatz aA, deshalb wird auch die Anregung des Geschosses zur Rotation in einer nach dem Querschnitte $aEeFfGa$ gezogenen Bohrung ebenso energisch sein, als in einer nach dem Querschnitte $aBCDAa$ gezogenen. Auch die Führung des Geschosses muss in beiden Bohrungen gleich fest und sicher stattfinden, weil die Führungsflächen nach dem gleichen Gesetze gekrümmt sind und zu einander parallel liegen. Nur die Breite der Führungsfläche ist in der Keil- oder Spiralbohrung grösser als die Summe der Breite der 3 Führungsflächen in der Bohrung mit Keil- oder Spiralzügen.

Der Querschnitt $a' B b F' f' G' a'$ des Geschosses ergibt sich aus jenem der Bohrung, indem man vom Ende einer jeden Spirale den gleichen, dem gewünschten radialen Spielraume entsprechenden Theil $GG' = FF' = EB$ abschneidet und die Durchschnittspunkte nach radialer Richtung mit kurzen Linien $G'a'$, $E'f'$ und Bb verbindet, die bis, zu der nach rückwärts verlängerten, vorhergehenden Spirale reichen.

(Fig. 91.)



Dreht man das nach dem genannten Querschnitte erzeugte Geschoss in der Bohrung so, dass seine Keilansätze $G'a'$, $F'f'$, Bb an die gleichnamigen Keilansätze Ga, Ff, Ee der Bohrung gelangen, so vertheilt sich der in den Räumen $Gaa'G' = Fff'F' = EebB$ vorhandene Spielraum ringsum zwischen den Mantelflächen der Bohrung und des Geschosses, so wie es im Querschnitte, Fig. 91, die parallelen Spirallinien Gf, Fe und Ea anzeigen. Das Laden und Festlagern des Geschosses kann hier ebenso, wie früher bei der Keilbohrung erwähnt wurde, ausgeführt werden und bedarf deshalb keiner weiteren Erklärung. Der nach dem Laden in den 3 Räumen $Gaa'G' = Fff'F' = EebB$, Fig. 90, koncentrirte Spielraum ist etwas kleiner als der in dem Raume $Aaa'A'$ koncentrirte Spielraum der Spiral- oder Keilbohrung.

Die Längenachse des nach dem Querschnitte $a'BbF'f'G'a'$ konstruirten Geschosses fällt mit der Schwer- und Rotationsachse zusammen, und deshalb ist auch das Geschoss für den Flug in der Luft besser eingerichtet als jenes für die Spiralbohrung.

Die nach dem Querschnitte $aEeFfGa$ erzeugte Bohrung lässt sich in eine Kreisbohrung $aefa$ und 3 Spiralzüge $aEea$, $eFfe$ und $fGaf$ zerlegen und kann deshalh Bohrung mit Spiralzügen genannt werden.

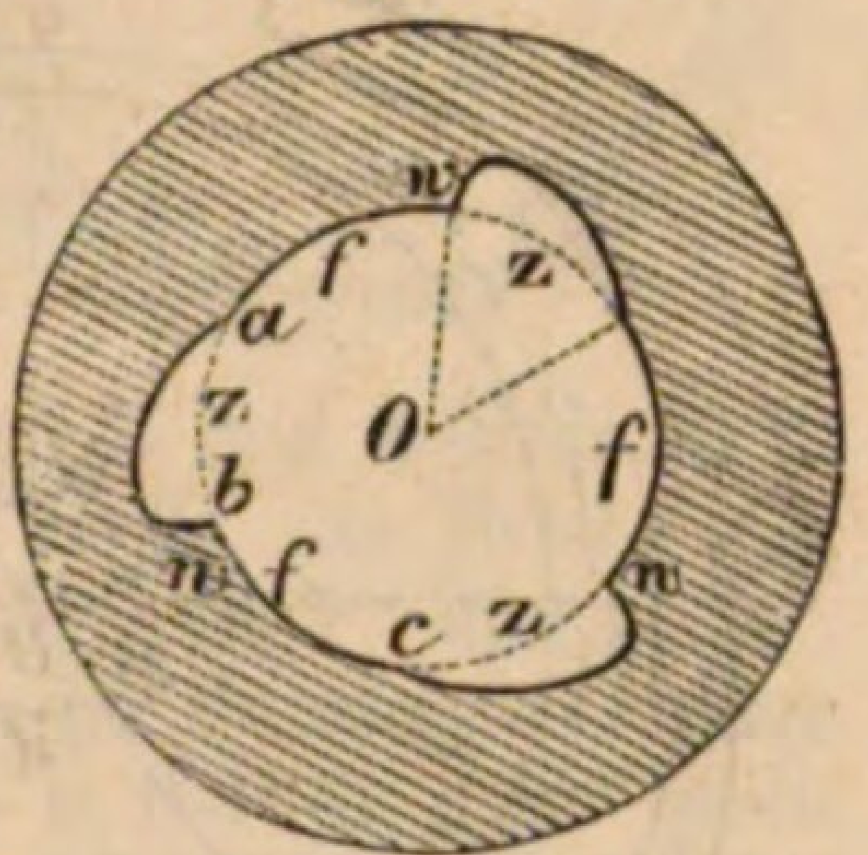
Aus der ganzen Anordnung dieser Bohrung ist leicht zu entnehmen, wie man derlei Bohrungen mit 4, 5, 6, 7 und 8 Spiralzügen einrichten kann.

Will man den Keilansatz nur auf eine bestimmte Grösse beschränken, d. h. will man denselben niedrig machen, so wird man unter Beibehaltung des vortheilhaftesten Keilwinkels die Anzahl der Züge vermehren müssen. Ist die Höhe des Keilansatzes und die Grösse des Keilwinkels

konstant, so muss die Anzahl der Züge mit der Grösse des Rohrkalibers zunehmen, etc.

Damit bei einem Rohre mit 2 Spiralzügen und bei kleinen Keilansätzen ein etwa noch mögliches Einklemmen des Geschosses oder Abschälen seines Mantels vermieden werde, so kann man in der Bohrung dieses Rohres ebenso wie in der Ovalbohrung noch 2 Gegenzüge anbringen. (Eine beispielsweise Anordnung einer solchen Spiralbohrung findet sich in Rutzky's „Einrichtung und Konstruktion aller gezogenen Kanonen" — Wien, 1864. — pag. 78 und 79.)

(Fig. 92.)



Kapitän Blackely der englischen Artillerie hatte im J. 1862 auf der Londoner Ausstellung Geschützrohre exhibirt, welche das in Fig. 92 dargestellte Bohrungsprofil haben. Die Bohrung hat einen Durchmesser von nahe 8″, ist mit 3 Zügen *z* in sanfter Spirale und ebenso vielen Feldern *f* versehen. Die Form der Züge ist aus nebenstehender Figur ersichtlich. Die Keilansätze *w* haben 2½‴ Tiefe. Die Breite der Züge *a b* und jene der Felder *b c* ist gleich.

Die zugehörigen Geschosse sind 2 Kaliber lang, an beiden Enden sphärisch abgerundet, vorn mit einem Mundloche, am mittleren Theile mit 3 keilförmig gestalteten Leisten, welche die dem Dralle entsprechende sanfte Neigung besitzen, versehen. Die Geschosse haben keinen Mantel, ihre Leisten verlaufen sich allmälig gegen die sphärischen Enden des Projektils, sind bei 7″ lang, wenig über 2‴ hoch und werden gleich beim Gusse des Geschosses mit erzeugt. Ein nahe 6pfd. Rohr (3·5″ Bohrungs-Durchmesser) hatte 8 Züge von ähnlicher Form.

5. Die Bohrung mit Kreis- oder excentrischen Zügen.

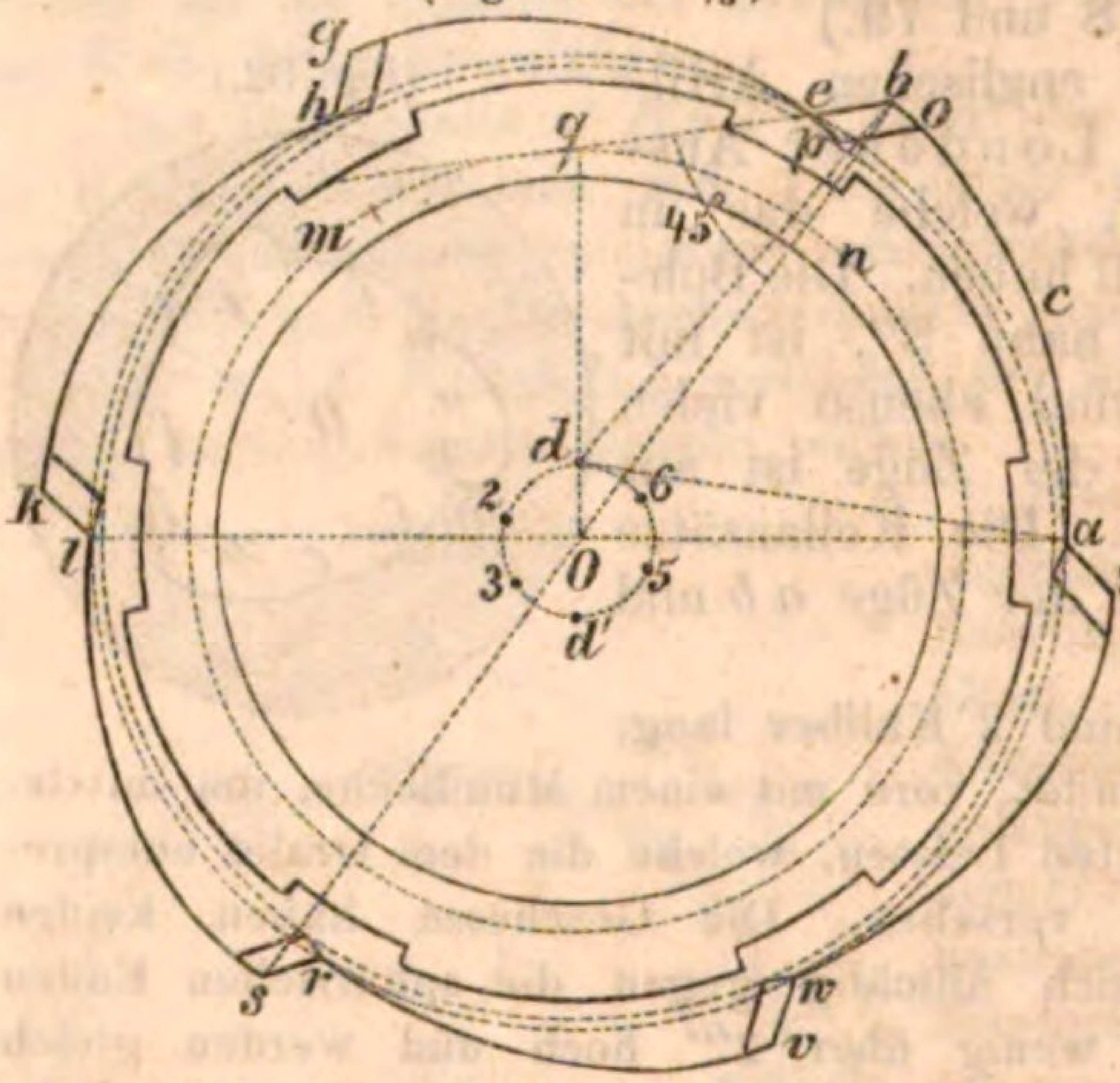
§. 92. Da die Krümmungshalbmesser der Spirale des Querschnittes einer Spiralbohrung für ein ziemlich langes Stück dieser Linie (z. B. die dem 6. Theile der 4pf. oder dem 8. Theile der 8pf. Bohrung entsprechenden Kurvenstücke) nur sehr wenig von einander verschieden sind und die Mittelpunkte der Krümmungskreise sehr nahe aneinander fallen, so kann man dieses Stück der Spirale, ohne einen erheblichen Fehler zu begehen, durch einen einzigen Kreisbogen ersetzen, dessen Halbmesser und Mittelpunkt mit jenem der genannten Krümmungskreise möglichst übereinkommt, wie dies auch aus der im §. 88 angegebenen Konstruktion eines spiralen Bohrungsquerschnittes hervorgeht. Dieser Vorgang führt bei Bohrungen mit Spiralzügen auf einen Querschnitt (Erzeugungsfläche) der Bohrung, bei welchem das Profil der Züge an der Führungsfläche durch einen Kreisbogen begrenzt ist, der excentrisch zum Bohrungskreise liegt; und die diesem Querschnitte entsprechende Bohrung kann sonach auch Bohrung mit Kreis- oder excentrischen Zügen genannt werden.

Nach der Stellung und Grösse des Kreisbogens für die Führungsfläche werden auch die excentrischen Züge unter sich verschieden im Profile ausfallen; jedoch müssen alle diese Züge das gemeinsame Merkmal haben, dass sie ebenso wie die Spiralzüge das Geschoss centriren, fixiren und während des Vorwärtsbewegens in der Bohrung fest führen. Die Stellung

des Kreisbogens für die Begrenzung der Führungsfläche des excentrischen Zuges ist nicht gleichgiltig, wenn die letztgenannten Anforderungen auch wirklich erfüllt werden sollen. Im Allgemeinen wird dieser Bogen, dem oben Gesagten entsprechend, nach ähnlichen Grundsätzen wie die Spirale bei den Keilbohrungen geführt werden müssen.

Ebenso wie der Spiralzug wird der excentrische Zug die Centrirung, Fixirung und Führung des Geschosses durch die gekrümmte Zugfläche bewirken.

(Fig. 93 n. $^2/_3$.)



Wird der excentrische Zug vom Bohrungscylinder ebenso wie der Spiralzug abgewickelt, so schliesst die früher excentrisch gelegene Zugfläche mit der dem Bohrungscylinder entsprechenden Fläche einen Winkel ein, der bei den excentrischen Zügen dieselbe Bedeutung wie bei dem Spiralzuge hat und deshalb auch hier Keilwinkel genannt werden kann. Fig. 93 zeigt den Querschnitt einer 4pf. Bohrung mit 6 excentrischen Zügen zugleich mit dem Querschnitte des gelagerten, centrirten und fixirten Geschosses.

Nach dem früher Gesagten fällt es nicht schwer die Mittelpunkte *d*, 2, 3, *d'*, 5 und 6 der excentrischen Bögen *a b*, *e g*, *h k*, *l s*, *r v* und *w z* zu bestimmen. Die Ladeflächen (*b e*) schliessen mit den Halbmessern der Bohrung (*b O*) den Winkel von 45° ein und tangiren in ihrer Verlängerung (*b q*) den Kreis *m n*. Der Spielraum rings um die Mantelfläche des centrirten Geschosses beträgt 1'''.

Die Führung und die Anregung des Geschosses zur Rotation geschieht auf die oben bei Bohrungen mit Spiral-Zügen angegebene Weise.

Die Begrenzung *o p* der Geschossleisten ergibt sich durch eine Tangente *o q* zum Kreise *m n* und durch die Lage des Punktes *o*, den man findet, wenn man den Bogen *a c b* mit einem um ½ Linie (½ Spielraum) kleineren Halbmesser als *b O* (*o O*) durchschneidet.

Die Züge *a b e*, *e g h* haben einen dreieckigen Querschnitt und sind daher ebenfalls Keilzüge; sie winden sich vom Patronenlager bis zur Mündung spiralförmig von links über oben nach rechts (von rückwärts betrachtet).

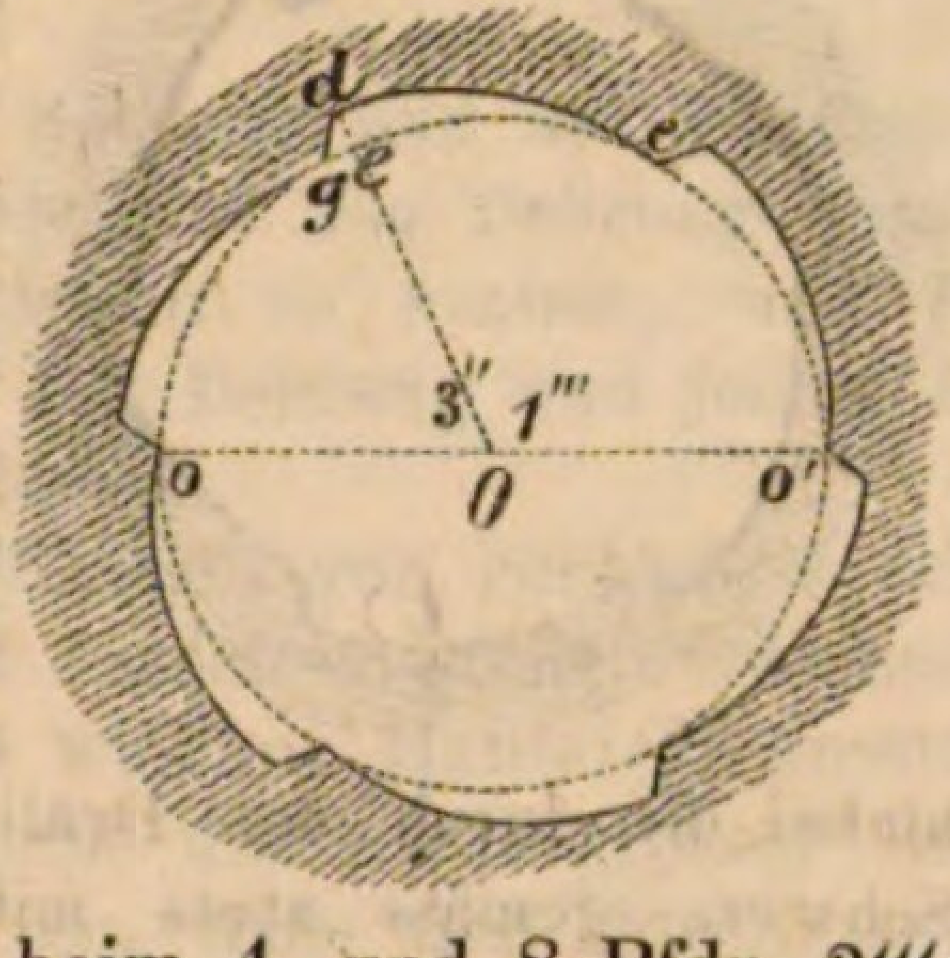
Das Geschoss, welches mit einem Mantel von weicherem Metalle umgeben ist, muss im Querschnitte dem Bohrungsquerschnitte ähnlich sein, wie aus Fig. 93 zu ersehen ist. Die Projektile für die Bohrung mit excentrischen Zügen werden nach dem Laden, im Geschoss-Lager, ebenso wie in den früher beschriebenen Spiral-Bohrungen, mittelst des Setzers bis zur innigen Berührung der Führungsflächen der Rohr-Bohrung gedreht.

Die Uebrigen auf den Bohrungs- und Geschoss-Querschnitt Bezug nehmenden Daten sind aus Fig. 93 zu entnehmen.

§. 93. Die Bohrung der österr. 3-, 4- und 8pfd. Bogenzug-Geschütze,

welche nach dem eben besprochenen Principe konstruirt ist (Konstruktion vom Jahre 1863), wird zuerst gerade und cylindrisch auf den Grundkreis ausgebohrt, rückwärts halbkugelförmig abgeschlossen und dann gezogen. Nach dem Ziehen zeigt der von vorn angesehene Querschnitt der Bohrung an der Mündung die in Fig. 94 dargestellte Gestalt. Der 3- und 4-Pfdr. haben 6, der 8-Pfdr. 8 gleiche excentrische Kreisbogenzüge; dieselben reichen bis zum Geschosslager, welches glatt ausgebohrt bleibt und beziehungsweise 3″, 5″ und 5″ 3‴ lang ist.

(Fig. 94 n. $^1/_3$.)



Der Bohrungsgrundkreis *o′ e g o . . .* hat einen dem Eisenkaliber entsprechenden Durchmesser von 2″ 9‴ 9^{IV}, 3″ 1‴ und 3″ 10‴, die Tiefe der Züge beträgt, beim 3-Pfdr. 1·5‴ beim 4- und 8-Pfdr. 2‴; die Breite der Züge *g c* beträgt 17·7‴, 19·4‴ und 18‴; die Breite der Führungsfläche *d c* (excentrische Basis der Züge) 16·5‴, 18·5‴ und 17.3‴.

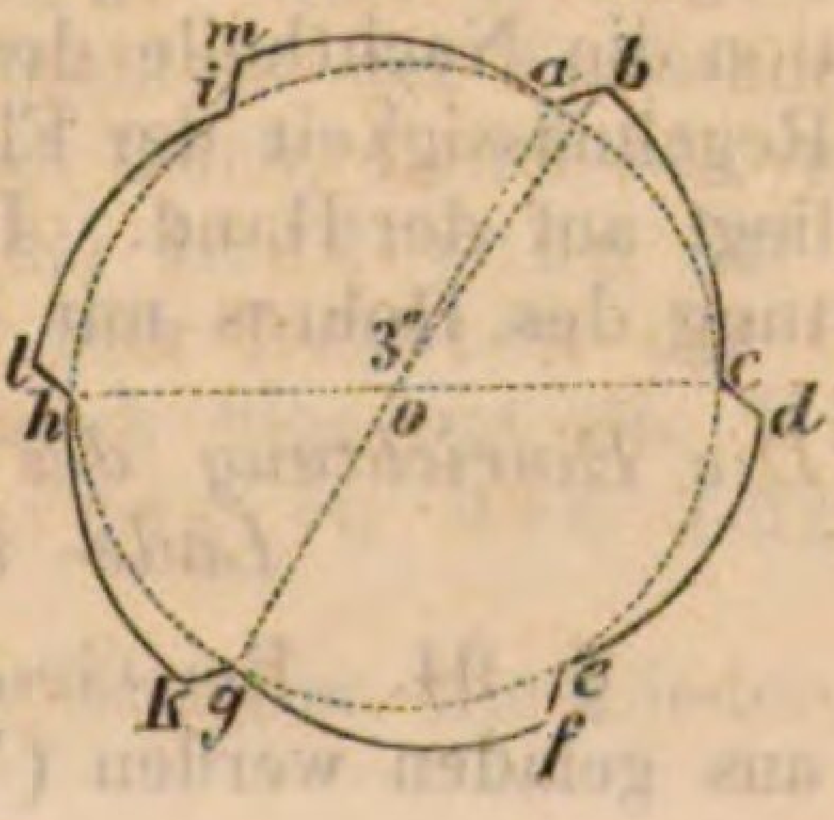
Die Ladefläche *d g* schliesst mit dem Halbmesser der Bohrung *d O* einen Winkel von 45° ein, und ist beim 3-Pfdr. 2·1‴, beim 4- u. 8-Pfdr. 2·5‴ breit.

Die Länge des Dralles beträgt beziehungsweise 57·8″, 64″ und 80″.

Da der gezogene Theil der Bohrung 31 $^1/_2$″, 41″ und 50 $^1/_2$″ lang ist, so macht der Drall im Geschützrohre beim 3-Pfdr. nahe 0·53, beim 4- und 8-Pfdr. 0·6 einer Umdrehung. Der Drallwinkel beträgt nach dem Gesagten 8 $^1/_2$ Grad. Die Züge winden sich vom Patronenlager bis zur Mündung spiralförmig von links über oben gegen rechts (von rückwärts betrachtet). Die Bohrung erhält nach dem Zugprofile den Namen: „Bohrung mit excentrischen Kreisbogenzügen“ — oder kurz — „Bogenzug-Bohrung“.

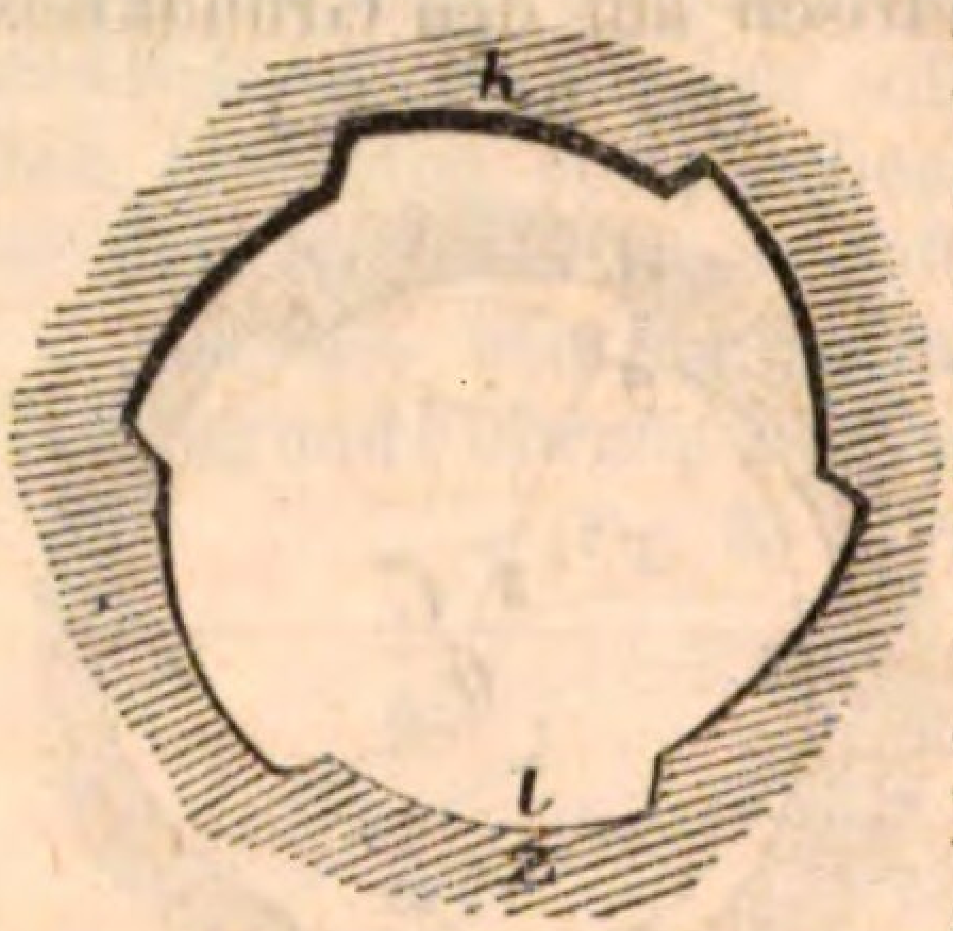
Die Gleichheit der Züge des vorstehenden Bohrungsquerschnittes erleichtert das Einführen der ähnlich geformten Geschosse in die Mündung. — Der Grundkreis des Geschosses hat einen um eine Linie kleineren Durchmesser als jener der Bohrung, die Führungsflächen des Geschosses sind in Folge dessen ebenfalls kürzer als jene der Bohrung, was eine Drehung des Geschosses im Geschosslager zulässt. Die Excentricität der Führungsflächen (Zugbasis) ermöglicht es, dass diese Geschosse, trotz des beim Laden derselben vorhandenen Spielraumes, beim Schiessen mit dem grösseren Theile ihrer Mantelfläche fest an die Bohrungswände schliessen; hiedurch die Geschosse centrirt und fixirt werden und eine möglichst sichere Führung erhalten. Um das Princip, welches der Konstruktion der Züge zu Grunde gelegt ist, richtig aufzufassen, wird es nothwendig, die äussere Einrichtung des Geschosses, dann dessen Lage im Rohre, sowohl beim Laden wie auch beim Schusse zu betrachten.

(Fig. 95 n. $^1/_3$.)



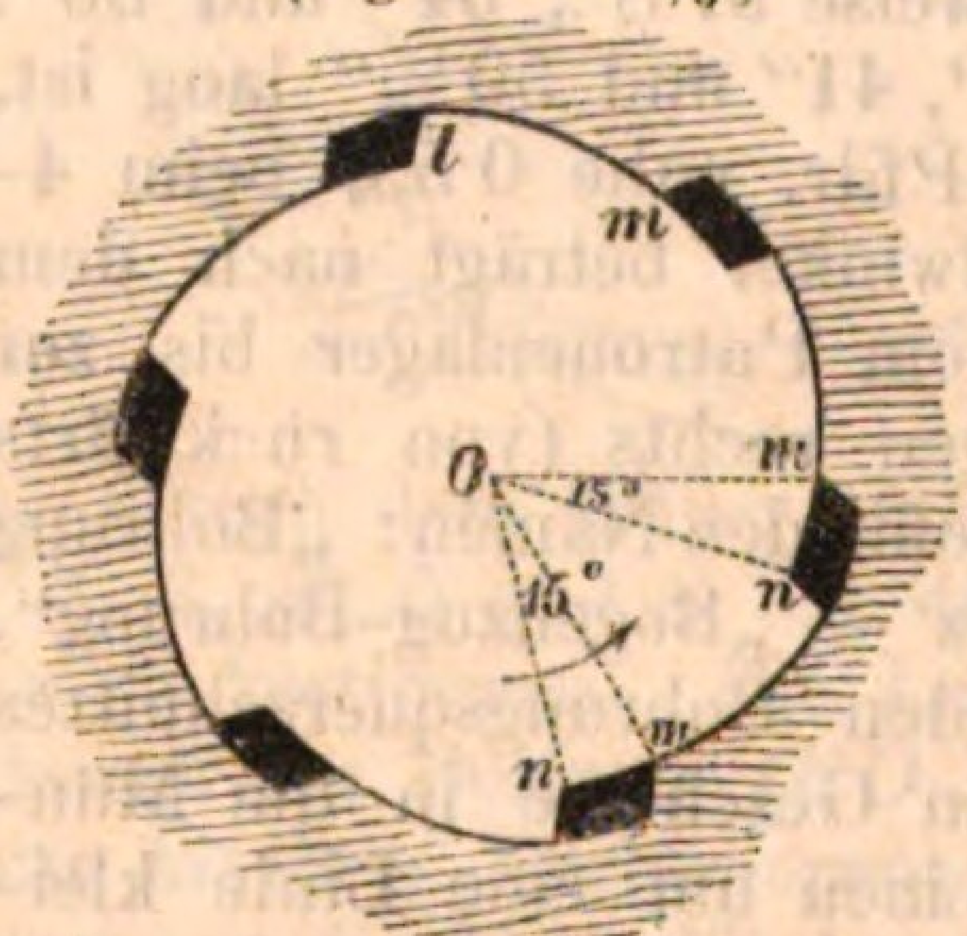
Das für die beschriebene Bohrung bestimmte Spitzgeschoss, welches mit einem Mantel von Zinn-Zink umgossen wird, ist an seinem cylindrischen Theile der Bohrung ähnlich gestaltet, indem an diesem ringsum 6 Flügel oder Leisten angebracht sind, wie Fig. 95 zeigt. Die Form der Leisten stimmt mit jener der Züge überein, doch ist der Durchmesser des Grundkreises beim Geschosse um 1‴ kleiner als bei

(Fig. 96 n. 1/3.)



der Bohrung. Denkt man sich das Geschoss beim Laden in die Rohrbohrung gelagert, Fig. 96, so wird blos die untere Leiste *l* auf der Basis des unterhalb befindlichen Zuges *z* ruhen, während zwischen allen andern Leisten und den korrespondirenden Zügen sich der aus der Figur ersichtliche Spielraum ergibt, welcher bei *h* die Grösse des Unterschiedes zwischen Geschoss- und Bohrungsdurchmesser (mit Bezug auf ihre Grundkreise), d. i. 1''' (beim 3-Pfdr. 9^{IV}) erreicht. In dieser Lage wird das Geschoss beim Laden bis an das glatte Patronenlager zurückgeschoben, vollzieht hiebei die durch den Drall der Züge bedingte Drehung, und schleift seiner Schwere gemäss stets mit der unten befindlichen Leiste auf der Basis des korrespondirenden Zuges. Sobald das Projektil mit seiner Grundfläche das rückwärtige Ende des gezogenen Bohrungstheiles erreicht hat, wird dasselbe mittelst des hiezu eingerichteten Ladzeuges gegen rechts gedreht und erhält hiedurch die in Fig. 97 dargestellte Lage, in welcher die Leisten des Geschosses sich an die Theile *l m* der Bogenwand der Züge anschliessen, und der Spielraum gleichmässig auf die aus der Figur ersichtliche Weise vertheilt ist. Aus dieser centralen Lage wird das Projektil durch den Stoss der Pulverkraft in die Bewegung nach vorwärts und gleichzeitig durch die Windung der Züge in die Rotation (von rückwärts betrachtet) von links über oben nach rechts überführt. Hiebei geben (von vorne betrachtet) die rechtsseitigen bogenförmigen Theile der Züge, *l m* . . . Fig. 97, welche die Anlehnungsflächen der Leisten bilden, dem Geschosse die Führung und erhalten dessen Längenachse während der Bewegung im Rohre central mit der Seellinie.

(Fig. 97 n. 1/3.)



Die beschriebene Einrichtung der Züge gewährt den Vortheil, dass für das leichte Laden ein hinlänglich grosser Spielraum vorhanden ist, und ungeachtet dessen das Projektil beim Schusse nicht nur in der centralen Lage erhalten wird, sondern auch durch die Anlehnung mit verhältnissmässig grossen Flächen eine viel stetigere Bewegung erhält als bei anderen für Vorderladungsgeschütze in Anwendung gekommenen Zugkonstruktionen.

Die Windung der Züge, welche das Geschoss zur Rotation um seine Längenachse zwingt, ist so bemessen, dass das Geschoss auch stetig in der vorgezeichneten Flugbahn verharrt. Dass die vorliegende Bohrungskonstruktion die Nachtheile des Spielraumes wesentlich beschränkt und sonach die Regelmässigkeit der Flugbahn und die Treffsicherheit der Geschosse erhöht, liegt auf der Hand. Im Uebrigen verweisen wir auf das unter — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Wirkung“ — §. 163, Gesagte.

Die Einrichtung des Rohres oder dessen Züge für die verschiedene Lade- und Liderungsweise der Geschosse.

§. 94. Bei Geschützrohren, die von vorn oder von der Mündung aus geladen werden (Vorderladungsrohre), muss der Bohrungsquerschnitt

stets grösser als der grösste Geschossquerschnitt sein, damit das Geschoss selbst dann noch geladen werden könne, wenn die Bohrung durch den, an den Wänden verdichteten Pulverrückstand oder Pulverschleim sich verengt hat.

Den Unterschied der Querschnittflächen der Bohrung und des Geschosses, oder den Raum, der sich zwischen dem Geschosse und den Bohrungswänden ergibt, pflegt man, wie bereits erwähnt, Spielraum zu nennen, und den linearen Unterschied zwischen dem Durchmesser der Bohrung und jenem des Geschosses als das Mass des Spielraumes anzunehmen.

Rohre ohne Spielraum werden gewöhnlich von rückwärts oder hinten geladen (Hinterladungsrohre). Bei denselben stehen Geschosse in Verwendung, die im Allgemeinen mit einem weichen Mantel (Bleimantel etc.) umgeben und in ihrem grössten Querschnitte um etwas grösser sind, als der Bohrungsquerschnitt, und zwar meist so, dass der Durchmesser des Mantels dem Durchmesser der Bohrung in den Zügen entspricht. In dem Bleimantel sind die Leisten oder Flügel noch nicht angebracht, sondern werden erst in der Bohrung selbst gebildet, indem die Pulverkraft das Geschoss aus seinem glatten Lager in die engere und gezogene Bohrung treibt oder hineinpresst (Pression), wodurch auf der Oberfläche des weichen Mantels Furchen nach den Feldern, die zwischen den Zügen liegen, eingeschnitten werden.

Auch bei Vorderladungs-Rohren kann man den Spielraum durch die Liederung des Geschosses aufheben, und den Raum, in welchem das Pulvergas wirkt, abschliessen. Eine in dieser Beziehung schon häufig versuchte, und wie im Vorhergehenden erwähnt, auch zur Anwendung gekommene Geschossliederung besteht darin, dass man das Geschoss mit einem weichen Mantel umgibt oder einen Spiegel mit demselben innig verbindet, es aber für die Vorderladung einrichtet, also wegen des Spielraumes im Mantel- oder Spiegeldurchmesser etwas kleiner macht als den Durchmesser der Bohrung in den Feldern. Durch die Wirkung der Pulvergase wird dann der Mantel oder Spiegel des geladenen Geschosses entweder direkt ausgedehnt, oder nach der Längenachse des Geschosses zusammengepresst (Kompression) und senkrecht darauf ausgedehnt, oder auch durch die an dem Geschosse angebrachten Ringe oder sonstigen Einrichtungen ausgedehnt (expandirt). In allen diesen Fällen muss die aus ihrer Lage verdrängte Materie des Geschossmantels in die Züge treten, und sowohl die Bohrung als auch die Züge ohne Spielraum ausfüllen.

Man kann die Einrichtung der Geschosse für den Abschluss des Spielraumes im Geschützrohre die Liederung derselben nennen, und daher von einer Blei-, Pappe-, Tuch-, Leder- etc. Liederung sprechen, je nachdem die Geschosse für den Abschluss des Spielraumes und für die Ausfüllung der Züge mit Blei, Pappe. Tuch, Leder etc. umgeben werden. Ebenso kann man den Begriff der Liederung auf die Ausfüllung der Züge durch die Zapfen oder Leisten der Geschosse ausdehnen, oder diesen Begriff schliesslich blos auf die Einrichtung der Geschosse für die Führung in den Zügen beziehen.

In letzterer Beziehung kann man nach dem Gesagten die Liederung wie folgt eintheilen:

1. in die natürliche, und
2. in die künstliche Liederung.

Die erste Liederungsweise besteht darin, dass man das Geschoss von Haus aus mit Zapfen oder Leisten versieht, mit denen es in die Züge eingreift, dann ohne Formveränderung bewegt und geführt wird.

Die künstliche Liederung besteht gewöhnlich aus einem weichen Materiale, mit welchem man das Geschoss umgibt. Die Leisten müssen sich dann erst durch Einpressen in die Züge der Bohrung oder durch Ausdehnen des weichen Mantels etc. im Bohrungsraume bilden. Wenn bei dieser Liederung sich die Leisten blos durch das Hineindrücken des Geschosses am Geschossmantel ausschneiden, so wird der Abschluss der Gase oder die Aufhebung des Spielraumes durch einfache Pressung oder Pression bewirkt, wird aber das Geschoss oder dessen Mantel nach der Längenrichtung zusammengedrückt, um die Züge auszufüllen, so geschieht die Liederung durch Zusammenpressen oder Kompression, und wenn die Geschosswand oder der Geschossgürtel direkt durch die Pulvergase ausgedehnt und in die Züge gedrückt wird, so findet die Liederung durch Ausdehnung oder Expansion statt.

Drall — Drallwinkel — Dralllinie.

§. 95. Wenn sich die erzeugende Fläche (der Querschnitt) einer gezogenen Bohrung längst der Achse derselben bei senkrechter Stellung beider, vom Geschosslager gegen die Mündung so fortbewegt, dass sie sich gleichzeitig um dieselbe Achse dreht, und diese Doppelbewegung nach einem bestimmten Gesetze erfolgt, so werden durch die Erhöhungen des Querschnittes gewundene Vertiefungen in der Bohrung gebildet, deren Windung man den Drall nennt. Das einfachste Gesetz, welches man bei dieser Doppelbewegung zu Grunde legen kann, ist dieses: dass die von irgend einem in's Auge gefassten Punkte des Querschnittes (der Erzeugungsfläche) gerade zurückgelegten Wege ein konstantes Verhältniss zu dem dazu gehörigen Winkel oder den Bögen haben; oder kurz: dass sich jene Wege direkt, wie diese Bögen verhalten. — Der hiedurch entstehende Drall der Bohrung wird entweder gleichförmig oder als der gebräuchlichste auch ohne weiteren Zusatz — Drall — benannt.

Nehmen jedoch die Dralllängen in dem Verhältnisse der Entfernungen des Querschnittes von der Mündung bei seiner Fortbewegung von seinem Ausgangspunkte gegen dieselbe ab, so nennt man den so entstehenden Drall einen steigenden oder Progressiv-Drall.

Nachdem der Progressiv-Drall bei gezogenen Kanonen bis nun zu nur eine geringe Anwendung gefunden (Nordamerikanische Artillerie) und sowohl der Anwendung des kreisförmigen als auch parabolischen Progressiv-Dralles beträchtliche Hindernisse entgegenstehen (Siehe „Rutzky's Einrichtung und Konstruktion aller gezogenen Geschütze.“ — Wien, 1864), so findet derselbe nachfolgend auch keine besondere Beachtung. Unter der Dralllänge der Bohrung versteht man die Entfernung der Erzeugungsfläche von dem Ausgangspunkte ihrer Doppelbewegung, auf welche diese Fläche eine ganze Umdrehung vollführt, oder auf welche ein Punkt ihres Umfanges 360° durchlaufen hat.

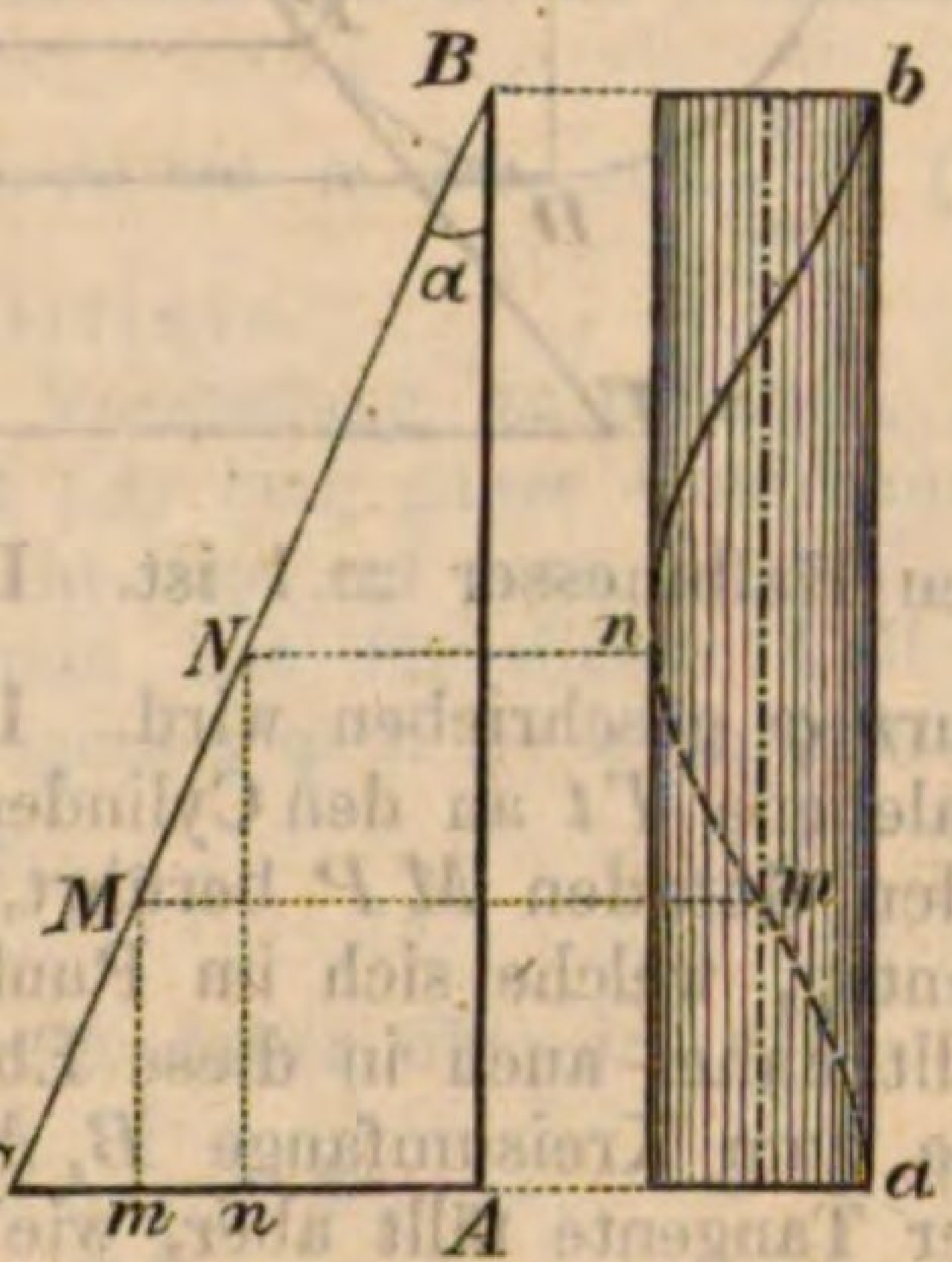
Obwohl das oben Gesagte genügen würde, alle Verhältnisse der durch die Züge gebildeten, oder durch irgend einen Umfangspunkt der

Erzeugungsfläche beschriebenen Drall- oder Schraubenlinie zu erörtern, so dürfte es hier doch nicht überflüssig sein, die Entstehung der konstanten oder gleichförmigen Dralllinie nach der bei der Schrauben-Konstruktion üblichen Weise anzuführen, und sie dann der leichten graphischen Darstellung wegen zum Ausgangspunkte der folgenden Untersuchungen zu machen.

Wenn der Durchmesser des Cylinders, auf dessen Mäntelfläche die Schrauben- oder Dralllinie liegen soll, und die Länge des Dralles gegeben sind, so kann man die Schraubenlinie auf diesem Cylinder sehr leicht auf nachstehende Weise konstruiren und ersichtlich machen.

Ist nämlich in Fig. 98 ABC ein rechtwinkliges Dreieck, dessen eine Kathete AC dem Umfange des Cylinders ab, und dessen andere Kathete AB der Dralllänge entspricht, so braucht man nur dieses Dreieck mit seiner Kathete AB auf eine der Erzeugungslinien des Cylinders ab anzulegen und auf den Cylindermantel aufzuwickeln, um die Drall- oder Schraubenlinie $amnb$ zu erhalten, welche von der Hypothenuse BC gebildet wird.

(Fig. 98.)



Ebenso gibt umgekehrt die entsprechende Abwicklung des Cylindermantels mit einer ganzen Schraubenlinie $amnb$ ein rechtwinkliges Dreieck ABC, dessen Höhe AB die Dralllänge, dessen Basis AC der abgewickelte Umfang des Cylinders und dessen Hypothenuse BC die abgewickelte Dralllinie ist. (Wir kommen im Nachfolgenden nochmals auf diese Konstruktion zurück.)

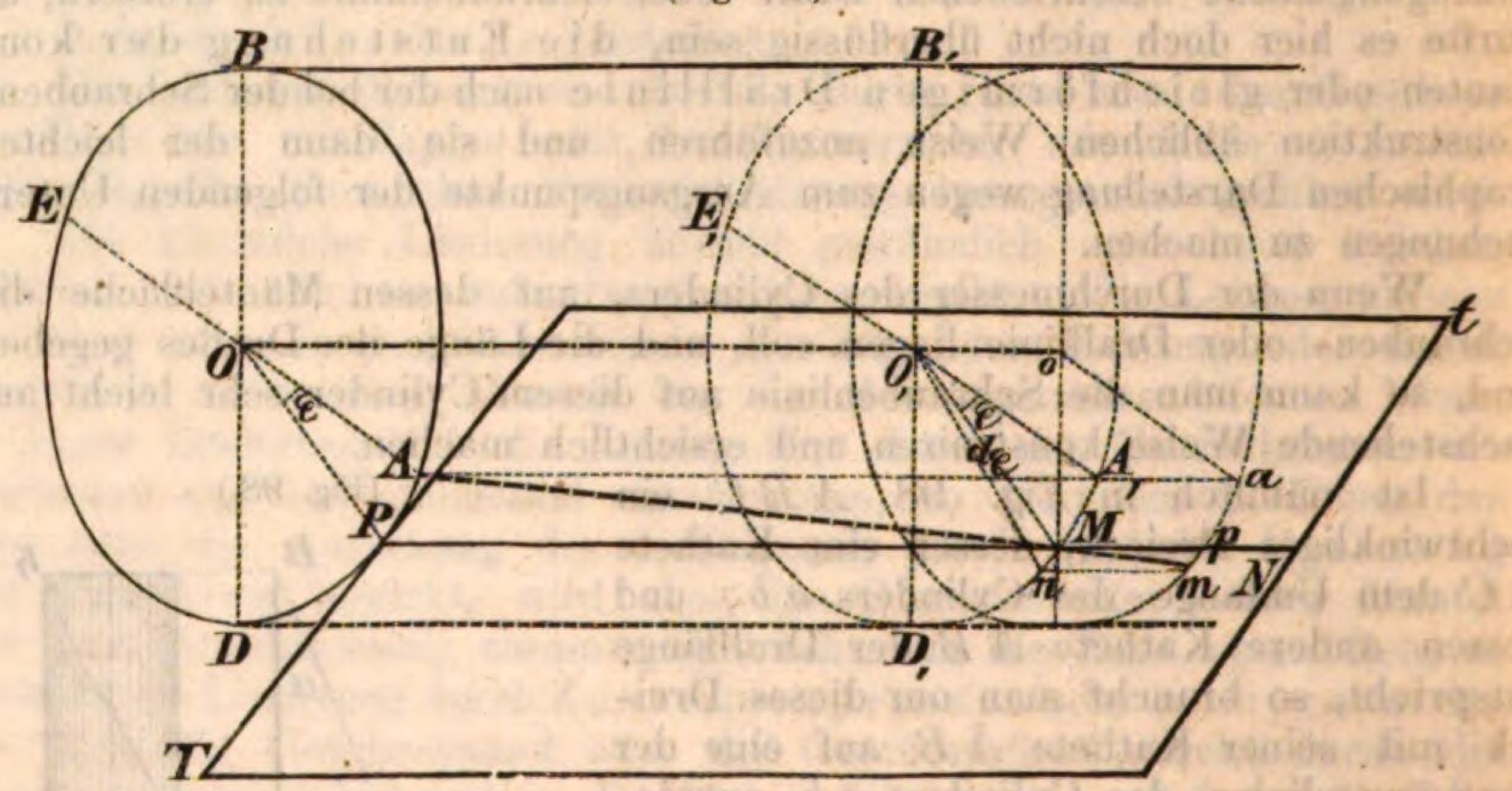
Man sieht aus dieser Entstehungsweise, dass die durch die Aufwicklung des Dreiecks entstandene doppeltgekrümmte Kurve $amnb$ mit allen Erzeugungslinien des Cylinders stets denselben Winkel $ABC = \alpha$ bildet, und dass die Länge der Hypothenuse BC zugleich die Länge der rektificirten oder gerade ausgestreckten Schraubenlinie für einen ganzen Umgang ist.

Der Winkel α, welchen die Schraubenlinie mit der Erzeugungslinie des Cylinders, also mit einer auf der Bohrungswand zur Seellinie parallelen geraden Linie einschliesst, gibt das oben erwähnte konstante Verhältniss, welches bei der ersten Entstehungsweise der Drallbohrung zwischen dem gerade durchlaufenen Weg und der gleichzeitigen Drehung eines bestimmten Umfangs-Punktes der Erzeugungsfläche stattfindet.

Man heisst diesen Winkel den Drall-Winkel.

§. 96. Bestimmung des Drallwinkels und der Dralllinie. Es sei, Fig. 99, A irgend ein Punkt des Umfanges der Erzeugungsfläche, $OA = r$ sein Abstand von der Leitlinie $OO_{,}$. Dieser Punkt beschreibe in Folge seiner doppelten Bewegung die auf dem Cylindermantel liegende Kurve AN. — Der Punkt M derselben entspreche dem Fortrücken des Punktes A um $AA_{,} = OO_{,} = z$, und der auf diesem Wege gleichzeitig vollführten Drehung, bis zu dem Winkel $A_{,}O_{,}M = \varphi$. Die Länge des Bogens $A_{,}M$ beträgt also $r\varphi$, wenn φ die Länge des Bogens von φ^0 für

(Fig. 99.)



den Halbmesser $= 1$ ist. Diese Länge beträgt bekanntlich $\frac{\varphi^0 \pi}{180^0}$, wofür kurz φ geschrieben wird. Legt man durch den Punkt M eine Tangentialebene $T t$ an den Cylinder, welche diesen in der zur Achse $O\, O$, parallelen Geraden $M P$ berührt, so liegen bekanntlich in derselben alle Tangenten, welche sich im Punkte M zur Cylinderfläche ziehen lassen. Es fällt daher auch in diese Ebene, die durch M zur Kurve $A\, M\, N$, sowie die zum Kreisumfange $B, M\, D,$ gezogene Tangente. Mit der Richtung der Tangente fällt aber, wie bekannt, das im Berührungspunkte liegende unendlich kleine Bogenstückchen zusammen, weshalb ein solches als gerade angesehen werden kann. Wenn der beschreibende Punkt der Dralllinie noch um das Wegstückchen $M p = A, a = O, o = d z$ fortrückt, wobei er sich auch noch um den Winkel $M O, n = d \varphi$ weiter dreht, und den Bogen $p\, m = M n = r\, d \varphi$ zurücklegt, so wird die Kurve $A M$ um das unendlich kleine Stückchen $M m = d s$ wachsen.

Die unendlich kleinen Bogenstückchen $d z$, $r\, d \varphi$ und $d s$ können jedoch aus vorerwähntem Grunde, als gerade betrachtet werden. Wird nun der Winkel $m M p$, welchen das Bogenstückchen $d s$ mit $P M$ einschliesst, mit α bezeichnet, so hat man, weil $M n = r\, d \varphi$ senkrecht auf $P M$ steht, offenbar ein rechtwinkliges Dreieck $M n m$, in welchem die Kathete $m n = d z$ mit der Hypothenuse $M m = d s$ den Winkel α einschliesst.

Daher ist: $m n.\, tang.\, \alpha = M n$ oder $d z.\, tang.\, \alpha = r.\, d \varphi$

woraus $$tang.\, \alpha = \frac{r.\, d \varphi}{d z}$$ folgt.

Nimmt man von dieser Differenzialgleichung das Integrale, so erhält man: $z.\, tang.\, \alpha = r\, \varphi$ ohne Konstante, weil für $z = o$ auch $\varphi = o$ ist.

Es ist daher: $$tang.\, \alpha = \frac{r.\, \varphi}{z} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Aus dem rechtwinkeligen Dreieck $M m n$ folgt auch $M n = M m\, sin.\, \alpha$ und $m n = M m\, cos.\, \alpha$, oder $r\, d \varphi = d s\, sin.\, \alpha$ und $d z = d s\, cos\, \alpha$; sonach $$sin.\, \alpha = \frac{r\, d \varphi}{d s} \text{ und } cos.\, \alpha = \frac{d z}{d s}.$$

Das konstante Verhältniss, welches zwischen dem gerade durchlaufenen Wege und dem gleichzeitig zurückgelegten Bogen eines Punktes, der den Abstand r von der Leitlinie hat, besteht, drückt daher $tang.\ \alpha$, d. i. die Tangente jenes Winkels aus, welchen die erzeugte Kurve mit der Achse oder einer zu ihr Parallelen einschliesst.

Man heisst den Winkel α, wie schon erwähnt, den Drallwinkel. Drückt man den Bogen $r\,\varphi$ durch irgend eine goniometrische Funktion desselben, z. B. durch seinen Kosinus aus, und bezeichnet den letzteren mit x, so hat man $cos.\ r\,\varphi = x$, und für den Halbmesser 1, $cos.\ \varphi = \frac{x}{r}$; hieraus ist: $\varphi = arc.\ cos.\ \frac{x}{r}$; und durch Substitution dieses Werthes in Gl. (1): $r.\ arc.\ cos. \frac{x}{r} = z\,tang.\ \alpha$ oder $z = r.\ cot.\ \alpha.\ arc.\ cos.\ \frac{x}{r}$. (2)

als Gleichung der Schrauben- oder Dralllinie.

Um von dem Drallwinkel α eine klare Vorstellung zu erhalten, ist es am einfachsten, den beschreibenden Punkt (A) eine ganze Umdrehung, nämlich 360° durchlaufen zu lassen. Geschieht dies auf dem Wege l, so heisst l die Länge des Dralls, und man hat für diesen Fall in Gl. (1) für $z = l$ und für die Länge des Bogens $r\,\varphi = 2\,r\,\pi$ zu setzen;

es wird somach: $$tang.\ \alpha = \frac{2\,r\,\pi}{l} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

Die Gleichung der Kurve (Dralllinie) geht daher über in
$$z = \frac{l}{2\,\pi}.\ arc.\ cos. \frac{x}{r} = \frac{l}{2\,\pi}.\ \varphi \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

Für $\varphi = 0$, wozu $x = r$, also der Kosinus $= 1$ gehört, wird $z = 0$.

Wenn $\varphi = \pi$, also $x = -r$ ist, wird $z = \frac{l}{2}$ u. s. w.

Die Gleichung $tang.\ \alpha = \frac{2\,r\,\pi}{l}$ oder $2\,r\,\pi = l.\ tang.\ \alpha$, führt auf die im Eingange gemachte Betrachtung, d. i. sie zeigt, dass man den Winkel α leicht durch Konstruktion eines rechtwinkligen Dreiecks (Fig. 98) finden könne, in welchem die Bogenlänge $2\,r\,\pi\ (AC)$ und $l\ (AB)$ die beiden Katheten sind. α ist der an der Kathete l anliegende spitzige Winkel. Zugleich wird auch durch die Hypothenuse $(B\,C)$ die rektificirte Länge der zu einer ganzen Umdrehung gehörigen Schrauben- oder Dralllinie vorgestellt.

In der Gleichung $z = l. \frac{\varphi}{2\,\pi}$ bedeutet φ die Länge des Bogens von φ^0 für den Halbmesser $= 1$; daher sollte eigentlich stehen $\frac{\varphi^0\,\pi}{180^0}$, dann wird:
$$z = l. \frac{\varphi^0}{360^0} \text{ oder } \frac{z}{l} = \frac{\varphi^0}{360^0},$$
d. h. zwischen der Länge des Dralls und irgend einem Wege z (des Punktes A im fortschreitenden Sinne) besteht dasselbe Verhältniss, welches zwischen 360° und dem im Gradmasse ausgedrückten und auf diesem Wege beschriebenen Bogen stattfindet.

Wenn zu einem anderen Wege $z_,$ der Winkel $\varphi_,$ gehört, so ist ebenfalls $\frac{z_,}{l} = \frac{\varphi_,}{360}$; diese und die obige Gleichung geben $\frac{z}{z_,} = \frac{\varphi}{\varphi_,}$, woraus die Proportionalität der fortschreitenden und der drehenden Bewegung erhellt.

Aus Gl. (3) ist die Relation für den Drallwinkel $tang.\, \alpha = \frac{2\, r \pi}{l}$; für einen Punkt im Abstande $r_,$ und bei der Dralllänge $l_,$ sei der Drallwinkel $\alpha_,$, es ist dann: $tang.\, \alpha_, = \frac{2\, r_, \pi}{l_,}$ folglich $tang.\, \alpha : tang.\, \alpha_, = \frac{r}{l} : \frac{r_,}{l_,}$ eine leicht zu lesende Beziehung.

Bei ein und derselben Bohrung ist $l = l_,$ und deshalb

$$tang.\, \alpha : tang.\, \alpha_, = r : r_,.$$

Wäre nun $r_, > r$ so wird auch $tang.\, \alpha_, > tang.\, \alpha$ und $\alpha_, > \alpha$. das heisst, Punkten des Umfanges des Bohrungs-Querschnittes, die entfernter von der Achse liegen, entspricht ein grösserer Drallwinkel, als umgekehrt. Für $r = r_,$ ist $\alpha = \alpha_,$, d. h. zu jenen Punkten, die einen gleichen Abstand von der Achse haben, gehört derselbe Drallwinkel, folglich auch dieselbe Dralllinie.

Hätten aber alle Punkte des Umfanges gleiche Abstände von der Leitlinie, so würden alle Drallwinkel und Dralllinien einander gleich sein. Die letzteren liegen daher auf einem und demselben Cylindermantel, woraus hervorgeht, dass die Grundform der Bohrung ein gerader Cylinder ist.

Dies folgt auch aus der Voraussetzung des gleichen Abstandes aller Punkte des Umfanges der erzeugenden Fläche, weil dieselbe hiernach ein Kreis sein muss, durch dessen Mittelpunkt die Leitlinie oder Achse geht.

Der Ausdruck $tang.\, \alpha = \frac{2\, r \pi}{l}$ gibt von der Grösse des Drallwinkels $\alpha_,$ nur für ein gegebenes r einen bestimmten Begriff.

Da aber die Umfangspunkte des Querschnittes verschiedene Abstände von der Achse haben, so ist durch die obige Gleichung keineswegs die Grösse des Dralls der ganzen Bohrung bekannt. Entweder muss man zu dieser Bestimmung einen, allen Halbmessern entsprechenden mittleren Werth für r annehmen, oder für diesen Halbmesser gleich von vorne hienein ein bestimmtes Mass festsetzen.

Das letztere geschieht in den meisten Fällen, indem man für r den Halbmesser des Kalibers der Bohrung annimmt, auf welchen sich auch die Konstruktion des Langgeschosses basirt. Es ist dann α der Drallwinkel, der dem Halbmesser des besagten Kalibers entspricht, z. B.

beim	3-,	4-,	6-,	8-,	12-,	u. 24-Pfünder
ist	$r = 0{\cdot}113$ —,	0.125 —,	0·142 —,	0·157 —,	0·181 —	u. 0·227 Fuss.

§. 97. Festsetzung der mittleren Dralllinie und des mittleren Drallwinkels. Zu jedem Punkte einer Widerstand leistenden Drallfläche, welcher vom Centrum einen verschiedenen Abstand hat, gehört nach Obigem eine eigene mathematische Dralllinie.

Man hat daher so viele derlei Linien, als es verschiedene Halbmesser gibt, und jeder derselben entspricht ein bestimmter Drallwinkel. Es muss also auch eine gewisse Dralllinie geben, in welcher man jenen Theil des

Pulverstosses, der auf die erwähnte Widerstandsfläche entfällt, vereinigt denken kann.

Diese Dralllinie, welche wir die mittlere Dralllinie nennen wollen, ist bekannt, sobald der dazu gehörige (mittlere) Halbmesser bestimmt ist.

Nach dieser Dralllinie (oder deren Tangente) weicht auch das Geschoss aus, da es durch den Widerstand — oder die Gegenkraft —, welche die feste Seitenfläche seiner geradlinigen Bewegung entgegensetzt, in diese Bahn einlenken muss.

Am einfachsten ist es wohl, den mittleren Halbmesser so anzunehmen, dass er dem Abstand des Schwerpunktes der Führungsfläche von der Rohrachse gleicht. Da die Züge nur eine im Verhältniss der Bohrungsweite geringe Tiefe, also auch die Zapfen oder Leisten eine geringe Höhe besitzen, so wird man nicht fehlen, wenn man sich den mittleren Halbmesser in jenem Punkte begrenzt denkt, der in der halben Breite der Führungs- oder Berührungsfläche (halben Höhe oder Tiefe der Zapfen oder Züge) liegt; wodurch man auf den Ausdruck $r = \frac{1}{2}(r_1 + r_2)$ geleitet wird, wenn man den gesuchten mittleren Halbmesser (vom Mittelpunkte des Querschnittes der Bohrung gerechnet) mit r, den der Widerstandsfläche des Zuges entsprechenden kleinsten Halbmesser mit r_1, und den grössten mit r_2 bezeichnet (d. h. $r_2 - r_1$ die Tiefe des Zuges ist).

Hat das Geschoss in der Bohrung Spielraum, so ist es klar, dass die halbe Breite der Berührungsfläche von Führungswand und Zapfen bei nicht centrirten Geschossen an den verschiedenen Umfangspunkten verschieden gross ausfallen wird. Denkt man sich das Geschoss in der Bohrung centrirt, so ergibt sich die Breite der Berührungsfläche von Zug und Zapfen, indem man von dem Abstande des Zapfenendes von der Geschossachse den Halbmesser des Bohrungskalibers abzieht. Nimmt man jedoch das arithmetische Mittel zwischen den zwei zuletzt genannten Massen, so erhält man den mittleren Halbmesser, d. i. den Abstand jenes Punktes von der Rohrachse, in welchen man sich den gesammten durch die Zapfen des Geschosses auf die Führungsflächen der Züge ausgeübten Druck übertragen kann. Dieser Abstand entspricht dem Halbmesser eines zur Bohrung koncentrischen Cylinders, auf welchem die dem Drallwinkel α entsprechende mittlere Dralllinie liegt.

Ganz in derselben Weise, wie bei der Bestimmung des mittleren Halbmessers bei einem gewindartigen Zuge vorgegangen wird, kann auch bei einem Polygonalzuge verfahren werden.

Heisst der Halbmesser des dem Polygon umschriebenen Kreises r_2, jener des eingeschriebenen r_1, so findet man ebenfalls den mittleren Halbmesser $r = \frac{1}{2}(r_1 + r_2)$. — (Siehe Fig. 85, $r = Ov$.) Bei einer Oval- oder Spiralbohrung kann der mittlere Halbmesser und somit auch die mittlere Dralllinie auf ähnliche Weise bestimmt werden. (Siehe Fig. 90, $r = Oe$.)

Im Früheren ist ganz allgemein für den Drallwinkel α die Gleichung $tang.\,\alpha = \frac{2 r \pi}{l}$ gefunden worden. Setzt man nun zur Bestimmnng des mittleren Drallwinkels in diese Gleichung den oben gefundenen Werth von r, so ist: $tang.\,\alpha = \frac{\pi}{l}(r_1 + r_2)$.

Aus einer Betrachtung der Schrauben-, Polygonal-, Oval- und Spiral-Bohrung erhellet, dass die Ursache, welche das Geschoss zum Rotiren zwingt, bei diesen Bohrungsarten nicht dieselbe ist.

Im Allgemeinen sind es, wie bereits im Früheren erwähnt, entweder die dem parallelen Fortgange des Geschosses entgegenstehenden Führungsflächen der Züge, welche es zwingen die drehende Bewegung anzunehmen; oder es sind die verengten Stellen der Bohrung, durch welche das Geschoss nicht durchkommen kann, weshalb es nach den weiteren ausweicht und dabei in Drehung versetzt wird. Beide Methoden, dem Geschosse eine Rotation zu verleihen, haben ihre Licht-, jedoch auch ihre Schattenseiten, nicht nur bezüglich des Aushaltens des Mantels, sondern auch hinsichtlich der sicheren unbeanständeten Führung des Geschosses im Rohre, wovon wesentlich die Flugrichtigkeit abhängt. Der Drallwinkel der österr. gezog. Rohre ist aus Tafel 3 und 4, §. 127, zu entnehmen.

§. 98. Bestimmung der Dralllänge. Um die oben besprochene Grösse, d. i. den Drallwinkel, zu bestimmen, ist es, wie aus Gl. $tang\, \alpha = \frac{2 \pi r}{l}$ zu ersehen, vorangehend nöthig die entsprechendste Dralllänge für die zu konstruirende Bohrung festzusetzen.

Im Nachfolgenden sollen nun einige Punkte berührt werden, welche den Konstrukteur bei dieser Feststellung zu leiten haben.

Da auf die Vorzüglichkeit eines gezogenen Rohres die richtige Bestimmung der Dralllänge oder des Drallwinkels, resp. der Neigung der Züge oder Führungen von dem wesentlichsten Einflusse ist, so müssen, bevor zu dieser Bestimmung geschritten wird, die zwei folgenden Punkte wohl beachtet werden, u. z.:

1. dass diese Bestimmung, obwohl auf theoretische Grundsätze basirt, schliesslich stets durch Versuche erprobt und durch die Erfahrung endgiltig festgestellt werden muss; und

2. dass, ehe zur Bestimmung der für jeden Kaliber erforderlichen Dralllänge geschritten wird, es nothwendig ist zu betrachten, von welchen Umständen die Länge der Windung abhängt, welche den Zügen oder Führungen zu geben ist. Zu letzterem Zwecke ist es nicht nothwendig, alle Gesetze in Betreff der Geschosse zu diskutiren, es genügt blos jene zu betrachten, welche unmittelbaren Einfluss auf den vorliegenden Gegenstand haben.

Die erste Frage, welche sich hier darbietet, ist: Warum hat ein Langgeschoss eine grössere Treffsicherheit, wenn es um eine Achse rotirt, die in der Direktion des Fluges sich befindet? Allgemein wird zugegeben, dass eine stetige Rotation um eine zur Flugbahn tangentiale, freie oder Schwerpunktsachse das Geschoss fähig macht, der ablenkenden Einwirkung der Luft besser zu widerstehen; ferner zeigen Versuche, dass, um die beste Wirkung nach dieser Richtung mit einem bestimmten Geschosse zu erzielen, demselben eine gewisse Rotationsgeschwindigkeit mitgetheilt werden müsse, die bei verschiedenen Geschossen verschieden sein muss.

Alle mit den jetzt bei gezogenen Kanonen in Anwendung kommenden Langgeschossen gemachten Versuche liefern den Beweis, dass die rotatorische Bewegung derselben nur durch die Züge dem Geschosse beigebracht wird, und dass der Luftwiderstand hiebei blos hindernd auftritt und zwar im Verhältnisse der Form des Geschosses, seines Gewichtes und seiner Geschwindigkeit.

Da nun die Rotation wesentlich des Luftwiderstandes wegen nöthig ist, so muss auch ihre Grösse in einer gewissen Beziehung zu jener des Luftwiderstandes stehen. Es hängt mithin der Grad der Rotation, welcher einem Geschosse gegeben werden muss, von seiner Gestalt, seinem Gewichte und seiner Geschwindigkeit ab, welche Umstände den Widerstand der Luft und seine Einwirkung auf das Geschoss modificiren. Da ferner die rotatorische Bewegung dem Geschosse durch die Züge des Rohres mitgetheilt wird, so wird ein Theil der Pulverkraft verwendet, um den Widerstand der glatt vorausgesetzten Züge, und ein weiterer Theil, um die Reibung derselben zu überwinden, woraus hervorgeht, dass die dem Geschosse zu ertheilende Rotationsgeschwindigkeit — beziehungsweise die Dralllänge — auch eine gewisse Abhängigkeit von dem Zugprofil zeigt.

Die Gestalt und das Gewicht des Geschosses sind unzweifelhaft die ersten Faktoren, welche in dieser Beziehung zu betrachten kommen, da sie einen direkten Einfluss auf die Länge des Dralls haben. Denn wenn ein Geschoss von bestimmtem Gewichte mit einer gegebenen Ladung in die Ferne getrieben werden soll, so kann die Rotationsgeschwindigkeit nur durch Anwendung eines grösseren Dralls vermehrt werden; daher im Allgemeinen alles, was diese Geschwindigkeit aufzuhalten und zu verringern strebt, wie die Gestalt des Geschosses, wenn selbe der Luft grossen Widerstand darbietet, der Mangel einer gewissen Dichte etc., einen grösseren Drall im Verhältnisse zur erforderlichen grösseren Rotationsgeschwindigkeit nothwendig macht. Hieraus lässt sich folgern, dass von zwei Geschossen dasjenige, welches eine geringere Winkelgeschwindigkeit zur Erreichung eines gewissen Resultates nöthig hat, einen grösseren Vortheil bietet.

Eine grosse Winkelgesckwindigkeit erheischt einen starken Drall, durch welchen die fortschreitende Geschwindigkeit des Geschosses wesentlich vermindert wird, und zwar:

1. in Folge der Reibung in den Zügen, und
2. wegen des Widerstandes der Züge selbst, durch welche das Geschoss gezwungen ist, die Rotation anzunehmen.

Der Druck der Gase gegen die Bohrungswände, die Einwirkung auf das Geschütz durch den Rückstoss (Rückspielung) und die Möglichkeit, dass das Geschoss berstet oder sich abschleift, werden zudem durch beide Umstände beträchtlich vermehrt; woraus sich ergibt, dass, so gross auch die Vortheile sein mögen, die durch eine grössere Winkelgeschwindigkeit zu erzielen wären, dieselben doch durch die vermehrte Reibung aufgehoben werden, daher in praktischer Beziehung, zumal bei Rohren, die zum Horizontalfeuer bestimmt sind, durch Beschränkung der Reibung mehr gewonnen wird, als durch Verminderung der Winkelgeschwindigkeit verloren geht. Dies erklärt den Ausspruch einer Versuchskommission des französischen Artillerie-Komité's, dass die Form der Züge und der Flügel nebst einer vollständig gesicherten Führung des Geschosses in der Bohrung einen grösseren Einfluss auf die Schussrichtigkeit üben als der Drall.

Diese Verminderung der Winkelgeschwindigkeit darf jedoch nicht zu weit gehen; denn wird dem Geschosse eine grosse fortschreitende, ohne die entsprechende gleichzeitige Rotationsgeschwindigkeit ertheilt, so ist die Rotation, da sie mit der Flugzeit abnimmt, zuletzt unzureichend zur Erhaltung der Geschossachse in der Schusslinie und daher eine Genauigkeit der Schüsse auf grosse Distanzen unmöglich.

Auch die Schuss-Distanz wird vermindert, wenn der Drall nicht hinreicht, um den Flug der Geschosse stetig zu erhalten.

Dass Projektile von grosser Länge einen grossen Drall nothwendig machen, zeigt die nachfolgende Betrachtung.

Ein die Luft durchschneidendes Langgeschoss wird von derselben auf zwei Arten afficirt, und zwar:

1. durch den Widerstand der Luft auf den vorderen Theil des Geschosses, welcher seine fortschreitende Bewegung zu hemmen strebt, jedoch von geringem Einfluss auf die Rotationsgeschwindigkeit ist;

2. durch den Seitendruck oder die Reibung der Luft, welche die Rotation des Geschosses zu vermindern und endlich ganz aufzuheben sucht, aber verhältnissmässig wenig Einfluss auf die fortschreitende Bewegung ausübt. Nehmen wir des Vergleiches wegen zwei Geschosse von demselben Durchmesser an, wovon das eine die doppelte Länge des andern hat, geben wir denselben die gleiche Anfangs- und Rotationsgeschwindigkeit, so zeigt sich, dass die translatorische Bewegung des längeren Geschosses weniger beeinträchtiget wird, als die des kürzeren, während die Rotationsgeschwindigkeit bei beiden gleichmässig sich vermindert, so dass beim längeren Geschosse die Rotationsgeschwindigkeit im Verhältniss zur fortschreitenden Bewegung rascher abnimmt, und früher unterhalb jenes Verhältnisses tritt, welches zur Stetigkeit des Fluges nothwendig ist, als beim kürzeren. Will man daher dem längeren Geschosse die gleiche Fluggenauigkeit geben, wie dem kürzeren, so muss man ihm eine grössere anfängliche Rotationsgeschwindigkeit, d. i. dem Rohre einen grösseren Drallwinkel geben, wodurch aber wieder die Schussweite vermindert und das Abschleifen des Geschosses vermehrt wird.

Hier muss noch bemerkt werden, dass am Geschosse angebrachte Vorsprünge bei ihrem Durchgange durch die Züge sowohl als auch durch die Luft, die Reibung an der Längenoberfläche sehr vermehren und daher eine raschere Verminderung der Rotationsgeschwindigkeit herbeiführen.

Projektile von grosser Länge verlangen auch noch aus einem anderen Grunde eine vermehrte Rotationsgeschwindigkeit.

Versuche haben nämlich gezeigt, dass derlei Geschosse nach dem Verlassen der Mündung, bei einem Drall, welcher hinreicht, um Geschosse von minderer Länge vollkommen stetig zu erhalten, sich überstürzt haben. (Auch Whitworth bestätigt dies; — „On mechanical subjects.“)

Aus diesem lässt sich schliessen, dass die Flugbeständigkeit eines Langgeschosses mit dem Wachsen seiner Länge abnimmt, und dass daher zur Erzielung einer bestimmten Flugrichtigkeit ein längeres Geschoss eine grössere Rotationsgeschwindigkeit nöthig habe, als ein kürzeres.

Dies steht in vollkommener Uebereinstimmung mit den Gesetzen der Mechanik; denn je grösser die Länge eines Körpers im Verhältniss zu seinem Durchmesser ist, desto labiler wird sein Gleichgewicht. Um also die besten Erfolge mit Geschossen aus gezogenen Rohren zu erhalten, scheint es, dass die Länge der ersteren eine sehr begrenzte sein müsse. — Als die entsprechendste Länge der Geschosse dürfte sich nach Versuchen nahezu der zweifache Durchmesser derselben ergeben. Wo die Länge dieses Mass bedeutend überschritt, zeigte sich eine Verminderung der Distanz, was dem nöthigen grossen Drall und der geringen Anfangsgeschwindigkeit zugeschrieben werden kann.

(Hiernach erklärt sich auch der grosse Drall, den die Whitworth'schen Rohre haben, nachdem seine Geschosse 3 bis $4^1/_2$ Kaliber lang sind.)

War anderseits die Länge des Geschosses geringer als die entsprechende, so ergab sich in Folge des geringen Geschossgewichtes und des verhältnissmässig grösseren Einflusses des Luftwiderstandes ebenfalls eine kürzere Schuss-Distanz.

§. 99. Der Drall ist weiters nicht blos von der Konstruktion des Geschosses abhängig, sondern auch von der Elevation, unter der geschossen werden soll.

Versuche haben gezeigt, dass jene Rotationgeschwindigkeit, welche genügt, um den Flug eines Geschosses für eine bestimmte Schussweite stetig zu erhalten, dem Zwecke nicht mehr entspricht, wenn die Elevation vermehrt wird.

Dies rührt daher, weil die zwischen dem Geschosse und der Luft stattfindende Reibung seine Rotationsgeschwindigkeit fortwährend vermindert, so dass, wenn die Flugzeit beträchtlich ist, die Rotationsgeschwindigkeit so bedeutend abnehmen kann, dass sie die Stetigkeit des Geschosses während des Fluges nicht mehr zu sichern vermag. Ist es daher nothwendig, das Geschoss im Allgemeinen unter grösseren Winkeln in die Ferne zu treiben, wodurch dessen Flugzeit verlängert wird, so muss auch der Drall ein grösserer sein, um dem Geschosse eine entsprechende Rotationgeschwindigkeit während des Fluges zu sichern.

Nun kommt die Frage zu beantworten: ob verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten, beziehungsweise Ladungen von wesentlichem Einflusse auf den Drall seien?

Wenn wir mit Aufmerksamkeit die Gründe erwägen, wegen welcher dem Geschosse eine rotatorische Bewegung ertheilt werden muss, so werden wir finden, dass, da dieselbe durch die Züge bewirkt wird, der Drallwinkel durch die Anfangsgeschwindigkeit nicht in dem Masse modificirt wird, als man zu glauben veranlasst sein dürfte; denn obschon die Rotationsgeschwindigkeit im genauesten Verhältniss zur Anfangsgeschwindigkeit steht und der Luftwiderstand in grösserem Masse wächst, als die Geschwindigkeit, so lässt sich doch schliessen, dass für praktische Zwecke ein gleicher Drall für nicht bedeutend verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten ausreicht. —

Allen Langgeschossen für Kanonen fehlt im grösseren oder geringeren Grade die Homogenität und Koncentricität. Dies gibt dem Geschosse das Bestreben, sich um eine Achse zu bewegen, die nicht mit der geometrischen übereinfällt. Dieses Bestreben ist grösser, wenn die Rotationsgeschwindigkeit kleiner ist. Dagegen wird, wenn die Anfangsgeschwindigkeit klein ist, der Flug des Geschosses mehr gekrümmt, und bei hohen Elevationen (beim Werfen) gebraucht man in der Regel geringere Geschwindigkeiten, in welchem Falle die Flugzeit grösser ist; beide Fälle fordern einen grösseren Drall.

Hieraus ergibt sich der Schluss, dass für geringere ebenso wie für grössere Anfangsgeschwindigkeiten nahe derselbe Drall entsprechen dürfte.

Selbst bei einer geringen translatorischen Geschwindigkeit, wenn also der Luftwiderstand auf ein Minimum gebracht ist, ist eine bestimmte Rotationsgeschwindigkeit nothwendig, um der Rotationsachse eine gewisse Stabilität zu ertheilen und die Flugbeständigkeit zu sichern.

Eine geringere Geschwindigkeit könnte blos jenen Geschossen mitgetheilt werden, die mit hohen Elevationen abgeschossen werden, d. i. beim Werfen, denn obwohl, wie im Früheren bemerkt, diese Schussart einen grösseren Drall

fordert, um die Genauigkeit des Geschoss-Fluges durch die ganze Distanz zu erhalten, so wird aus den oben angegebenen Ursachen auch hier die bei grösseren Anfangsgeschwindigkeiten und flächeren Bahnen entsprechende Dralllänge des Kalibers genügen.

Im Gegentheile könnte man beim Horizontalfeuer, wo die grösste Geschwindigkeit vorkommt, weil man grosse Distanzen erreichen will, dem Rohre einen verhältnissmässig kleineren Drall geben. — Allein auch hier verneint die vielfach gleichzeitige Anforderung des Wurf- und Horizontalfeuers an das Geschütz die Erwägung dieser Anforderung — und nur bei einer besonderen Bestimmung des Rohres, blos für eine oder die andere Wirkungsweise könnte auf die Beziehungen der Dralllänge und der Anfangsgeschwindigkeit die vollständige Rücksicht genommen werden.

Fasst man die Beziehungen nochmals in's Auge, die sich zwischen Elevation, Anfangsgeschwindigkeit und Dralllänge ergeben, so zeigt sich, dass — grosse Elevationen (hohe Bahnen) mit kleinen Anfangsgeschwindigkeiten einen grösseren Drall fordern, der bei längeren Geschossen noch vergrössert werden müsste; — dagegen kleine Elevationen (flache Bahnen) mit grossen Anfangsgeschwindigkeiten einen kleineren Drall fordern, der beim Gebrauch kürzerer Geschosse noch vermindert werden müsste.

Beides lässt sich nach Früherem auf folgende Weise erklären: Ein längeres Geschoss behält seine translatorische Geschwindigkeit besser bei, daher es grössere Schussweiten erreicht und einen längeren Drall fordert; ist daher der Drall unzureichend, so wird die Oberfläche, welche dem direkten Widerstande der Luft ausgesetzt ist, im Verhältnisse, als der Flug unstät wird, grösser, wodurch nicht nur Seitenabweichungen, sondern auch eine Verminderung der Geschwindigkeit verursacht werden. Nachdem man verschiedene Resultate erhält, je nachdem man einen beträchtlichen Drall und eine geringe Geschossgeschwindigkeit gebraucht oder einen geringeren Drall und eine grössere Geschwindigkeit, so ist bei Anwendung beider Mittel die Sorge zu tragen, dass keines übertrieben werde; da im ersten Falle die Schussweite, im zweiten aber die Schussrichtigkeit vermindert würde.

§. 100. Die Schwierigkeit der genauen Bestimmung der für Geschosse von verschiedener Form erforderlichen Winkelgeschwindigkeiten und des auf selbe ausgeübten Luftwiderstandes macht es, wie im Eingange des vorigen §. unter 1. erwähnt, unmöglich, die Dralllänge für eine bestimmte Geschossgattung blos auf theoretischem Wege in vorhinein festzusetzen; sie muss daher durch Versuche ermittelt werden. Nichtsdestoweniger lässt sich für Geschosse von verschiedenem Durchmesser, aber von ähnlicher Form, eine bestimmte Skala für dieselbe aufstellen, denn man hat es in diesem Falle blos mit einer Verschiedenheit in der Grösse des Luftdruckes zu thun, welcher bei jeder Geschossgattung von der obigen Eigenschaft stets in einem gewissen Verhältnisse zum Durchmesser steht.

Ehe zu einer Auseinandersetzung des zu gebrauchenden bezüglichen Dralls bei Geschützen von verschiedenen Kalibern geschritten wird, ist es nöthig, die Beschaffenheit des Geschosses und den geeignetsten Drall für einen bestimmten Kaliber festzustellen. Ist dieser gefunden, so bleibt zu untersuchen, welcher Drall für ein ähnliches Geschoss von grösseren Dimensionen zu geben wäre.

Beim Beginne der neueren Bestrebungen, gezogene Rohre zu konstruiren, schienen zwei sehr entgegengesetzte Methoden in Betreff des Dralls für Geschützrohre in Gunst gestanden zu sein. Die erste bestand darin, dass man bei den Rohren des grössten Kalibers den Zügen oder Führungen eine Windungslänge von fast derselben Anzahl von Kalibern gab, wie bei den Rohren des kleinsten Kalibers; — die zweite, indem man die Geschütze mit einer kaum grösseren Windungslänge versah, als es diejenige ist, welche beim Kleingewehr gebraucht wird. Weder für ein noch für das andere System wurden hinreichende Gründe angeführt; es wurde hiebei vielfach übersehen, dass der Widerstand der Luft, die Flugdauer, die Tragweite, die Geschwindigkeit etc. bei gezogenen Kanonen ganz anders einwirkend auftreten, als beim Kleingewehr.

Andere dagegen sind der Meinung, die Dralllänge hänge in gewisser Weise von der Länge des Rohres ab, dass nämlich ein kürzeres Rohr einen grösseren Drall haben müsse, als ein längeres. Dies scheint offenbar nur unter Beschränkung anzunehmen zu sein (wenn man davon absieht, dass bis zu einer gewissen Grenze die Rohrlänge eine Funktion der Anfangsgeschwindigkeit ist); denn wenn ein Geschoss aus einem längeren Rohre bei einem bestimmten Dralle eine hinlängliche Rotationsgeschwindigkeit erhält, so braucht es keine grössere aus einem kürzeren Rohre, vorausgesetzt, dass die Länge des Rohres genügt, um die Rotation des Geschosses vollständig einzuleiten und die nachtheiligen Einflüsse des etwa vorhandenen Spielraumes zu heben.

Die Länge des Umganges (Dralls) hängt nach dem vorangehend Gesagten grösstentheils von der Rotationsgeschwindigkeit ab, die das Geschoss haben soll, und der verhältnissmässige Drall für Geschosse, welche blos ihrer Grösse nach verschieden sind, dependirt gewiss im grössten Masse von dem verhältnissmässigen Einflusse der Luft auf dieselben.

Es bleibt daher zu betrachten, welchen Einfluss die relative Zunahme des Gewichtes und der Grösse ähnlich geformter Geschosse bei Geschützen auf die Anordnung der Züge resp. deren Windung nimmt.

Wäre der Luftwiderstand dem Geschossgewichte proportional, so ist es klar, dass Geschosse von ähnlicher Form, wie gross sie immer sein mögen, stets denselben Grad von Winkelgeschwindigkeit erfordern würden, um ihre Stabilität gesichert zu haben.

Ein im luftleeren Raum abgeschossenes Projektil, dessen Schwerpunkt und Mittelpunkt der Figur in der Rohrachse gelegen und dessen Führung längs derselben beim Durchgang durch die Bohrung vollständig gesichert ist, braucht gar keine Rotation. Da nichts sich dem Fluge desselben widersetzt, so muss es stets in der angewiesenen Direktion fortgehen. Der Gebrauch wäre gleich genau, ob das Rohr gezogen ist oder nicht, im letzteren Falle wäre sogar die Geschwindigkeit grösser.

Der Luftwiderstand also ist es allein, welcher das Vorhandensein der Züge im Rohre nöthig macht, es muss daher alles, was diesen Widerstand oder seinen Einfluss auf das Geschoss vermindert, eine verhältnissmässige Verminderung der Rotationsgeschwindigkeit gestatten. Wächst das Gewicht des Geschosses ohne Zunahme der Oberfläche, so wird die verzögernde Kraft der Luft verhältnissmässig vermindert; wächst aber die Oberfläche im Verhältniss des Gewichtes, so werden sich die Wirkungen aufheben. Bei Beurtheilung

der Grösse des Luftwiderstandes auf Geschosse von verschiedenem Durchmesser wäre es ein Irrthum, wenn man die Aktion der Luft auf Projektile blos im ersten Augenblicke ihrer Bewegung betrachten und dabei glauben möchte, dass ein Geschoss, welches doppelt so gross ist als ein anderes, mithin von halb so grosser Oberfläche im Vergleich mit dem Gewichte, bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit blos den halben Luftwiderstand auszuhalten habe. Wäre dies der Fall, so wäre es wahr, dass die für grosse Geschütze nöthige Winkelgeschwindigkeit im Verhältnisse ihrer Durchmesser vermindert werden dürfte.

Um das Gesagte näher zu erläutern, wollen wir zwei Geschosse von ähnlicher Form und derselben Dichte (Materie), jedoch das eine doppelt so gross als das andere, mit gleicher Anfangsgeschwindigkeit abgeschossen, voraussetzen. Es ist vollkommen wahr, dass im ersten Augenblicke des Schusses der Widerstand der Luft auf das grössere Geschoss viermal so gross ist als auf das kleinere, und da das Gewicht des grösseren achtmal grösser als jenes des kleineren, so wird auch das erste in Bezug seiner Bewegungsquantität nur den halben Widerstand des letzteren erfahren. Es wird daher die Geschwindigkeit des grösseren Geschosses in jedem weiteren Momente des Fluges grösser als die des kleineren, und deshalb der Luftwiderstand und dessen verzögernde Einwirkung auf jenes mehr als viermal so gross, wie bei den kleineren sein. Hieraus folgt, dass das grössere Geschoss immer mehr das Uebermass seiner Geschwindigkeit über jene des kleineren einbüsst.

§. 101. **Relationen zwischen der Rotations- und fortschreitenden Geschwindigkeit und der auf sie einwirkenden Kräfte und Widerstände mit besonderer Rücksicht auf den Drall.** Nachdem die Begriffe über den Drall der Bohrung in soweit festgestellt sind, können wir auf den Einfluss übergehen, welchen die auf das Geschoss wirkenden Kräfte und die hieraus resultirenden Geschwindigkeiten auf die Bohrungs-Konstruktion im Allgemeinen und auf den Drall insbesondere ausüben.

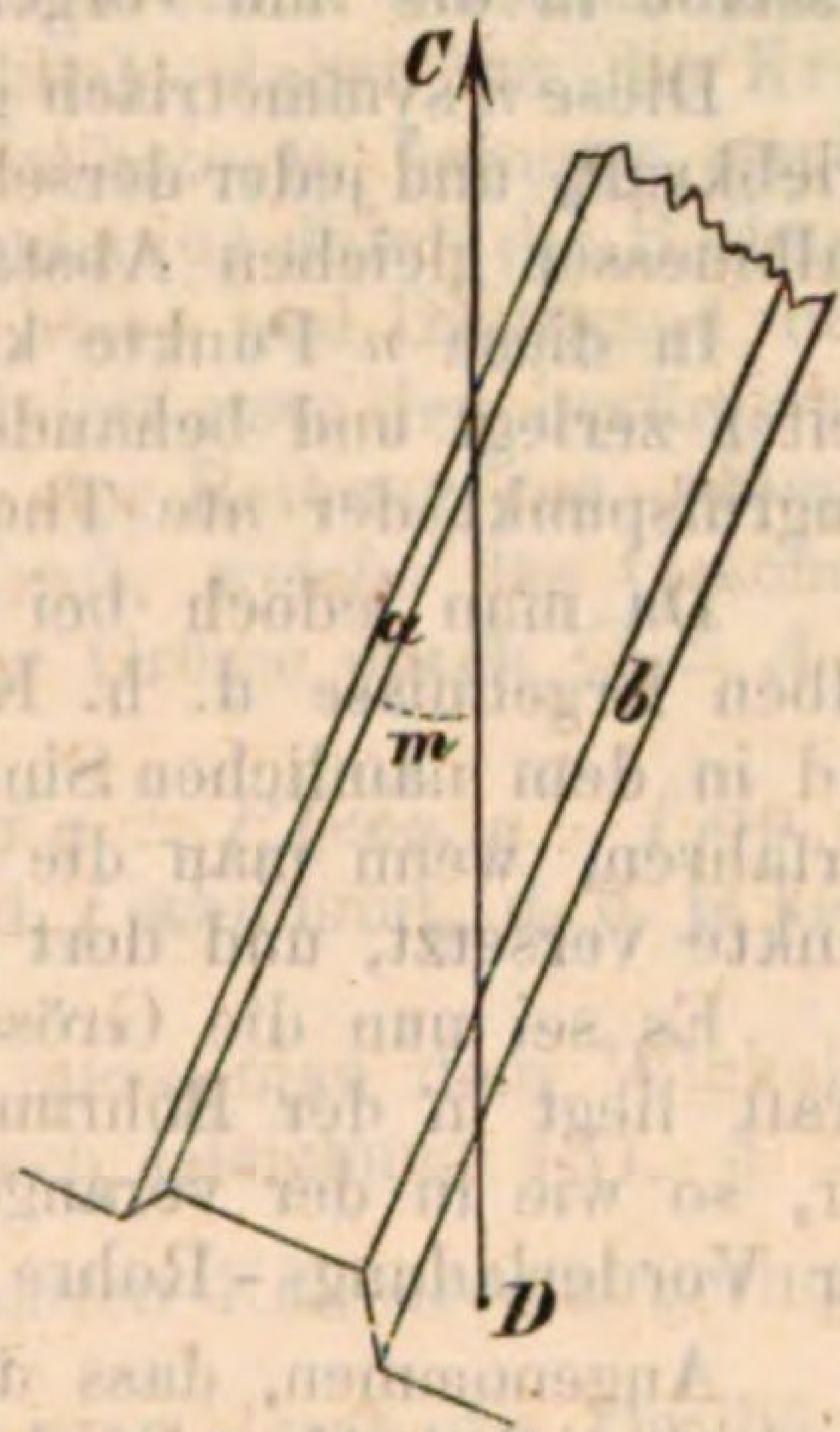
Betrachten wir vorangehend die Bewegung des Geschosses im Rohre und sehen dabei vorläufig auch bei der Vorderladung vom Spielraume — obwohl bei derselben stets ein Spielraum stattfindet — ab, so wird der Querschnitt des Geschosses jenen der Bohrung völlig ausfüllen.

Das Geschoss hat in dem Augenblicke, als es durch das Pulvergas zur Bewegung angeregt wird, blos das Streben, diese nach der Richtung des empfangenen Impulses zu beginnen.

Der Querschnitt des Geschosses mag nun was immer für eine Gestalt besitzen, so ist bekannt, dass die Resultante des Pulverstosses in senkrechter Richtung auf diesen Schnitt durch dessen Schwerpunkt geht. Die Stossrichtung fällt daher mit der Rohrachse zusammen, oder läuft zu dieser parallel, je nachdem diese Achse (Leitlinie) durch den Schwerpunkt des Querschnittes geht oder nicht. Aber auch im letzteren Falle ist es gerade so, als läge die Stossrichtung in der Achse, weil die drehende Bewegung, welche bei einem völlig freien Körper der excentrischen Lage des Schwerpunktes wegen eintreten sollte, durch die Bohrungswände verhindert wird. In einer gerade gezogenen Bohrung würde sich sohin das Geschoss nach der Bohrungsachse bewegen. Bei einem Drallrohre hingegen kann das Geschoss dem zur Achse parallelen Gange nicht ungehindert

Folge leisten, indem es dabei auf Hindernisse stösst, die es zwingen, den durch die Bohrung vorgezeichneten Weg einzuschlagen.

(Fig. 100.)



Bei einer Bohrung mit Zügen, Fig. 100, sind es die Führungsflächen derselben, auf die eine zur Achse Parallele CD, gegen vorne hin trifft, und auf welche das Geschoss mit seinen Leisten stösst; — jene Flächen (Ladeflächen), die von der parallelen Richtung nach rückwärts getroffen werden, treten dem Geschosse in der oben angedeuteten Richtung nicht entgegen.

So setzt in Fig. 100 die Führungs-Wand *a* ein materielles Hinderniss dem parallelen Fortschreiten des Geschosses entgegen, da sie gegen die Richtung CD gekehrt ist, die Ladewand *b* hingegen wendet sich von CD hinweg, und bietet nach letzter Richtung keinen Widerstand.

Bei rechts laufenden Zügen werden, von rückwärts und vom Mittelpunkte des Querschnittes aus betrachtet, diejenigen Zugwände, die vom Centrum links liegen, dem Geschossfortgange hinderlich sein. Eben so sind bei dem Geschosse, von rückwärts angesehen, es die vom Centrum links liegenden Leistenflächen, welche an die oben bemerkten Zugwände angedrückt werden. Ueberhaupt ist es immer jene Seitenwand des Zuges, und jene Seitenfläche der Leiste, die sich gegenseitig pressen, welche mit einer zur Achse nach vornehin gezogenen Geraden einen spitzigen Winkel *m* bilden.

Bei einer Polygonalbohrung wird der parallele Fortgang des Geschosses dadurch aufgehalten, dass dabei Punkte seines Querschnittes, welche weiter vom Mittelpunkte abstehen, auf Punkte der Bohrung getrieben werden, die einen kleineren Abstand haben, oder kurz, dass das Geschoss an gewissen Stellen in einen engeren Bohrungsraum treten soll.

Bei einem regelmässigen Polygon hat der Halbmesser des umschriebenen Kreises den grössten, jener des eingeschriebenen Kreises den kleinsten Abstand vom Mittelpunkte, die Abstände aller übrigen Punkte einer Polygonseite liegen also zwischen diesen beiden Halbmessern.

Ist daher die Bohrung dadurch entstanden, dass sich, von rückwärts angesehen, der Querschnitt von links über oben nach rechts drehte, so kommen beim parallelen Fortrücken des Geschosses alle Punkte der Polygonsseite, die von den Halbmessern der umschriebenen Kreise (vom Centrum aus observirt) nach links liegen, in engere Stellen der Bohrung, während das Umgekehrte bei jenen Punkten, die davon rechts — bis zum eingeschriebenen Halbmesser — liegen, erfolgt, oder auch: jede halbe, vom Polygonswinkel links liegende Seite sperrt sich, die rechte aber nicht. Dass demnach die von den Polygonsecken gebildeten Kanten es besonders sind, die sich der parallelen Bewegung des Geschosses entgegen stemmen, folgt aus dieser Erklärung. Aehnliche Verhältnisse treten wie bereits im Früheren erwähnt, auch bei Oval- und Spiralbohrungen auf.

§. 102. Betrachtet man eine schraubenartige Bohrung von *n* Zügen

oder eine Polygonalbohrung von n Seiten, so setzt nach Vorigem jede derselben an n Stellen gleich vom Beginne der Bewegung an, dem parallelen Fortgange des Geschosses einen Widerstand entgegen, in Folge dessen dasselbe in die ihm vorgezeichnete Bahn einzulenken gezwungen wird.

Diese n symmetrisch gelegenen Stellen sind die Angriffspunkte für die Triebkraft, und jeder derselben hat von der Rohrachse einen dem mittleren Halbmesser gleichen Abstand.

In diese n Punkte kann daher der Pulverstoss übertragen, und dort weiter zerlegt und behandelt werden, wobei selbstverständlich auf jeden Angriffspunkt der nte Theil der Stosskraft entfällt.

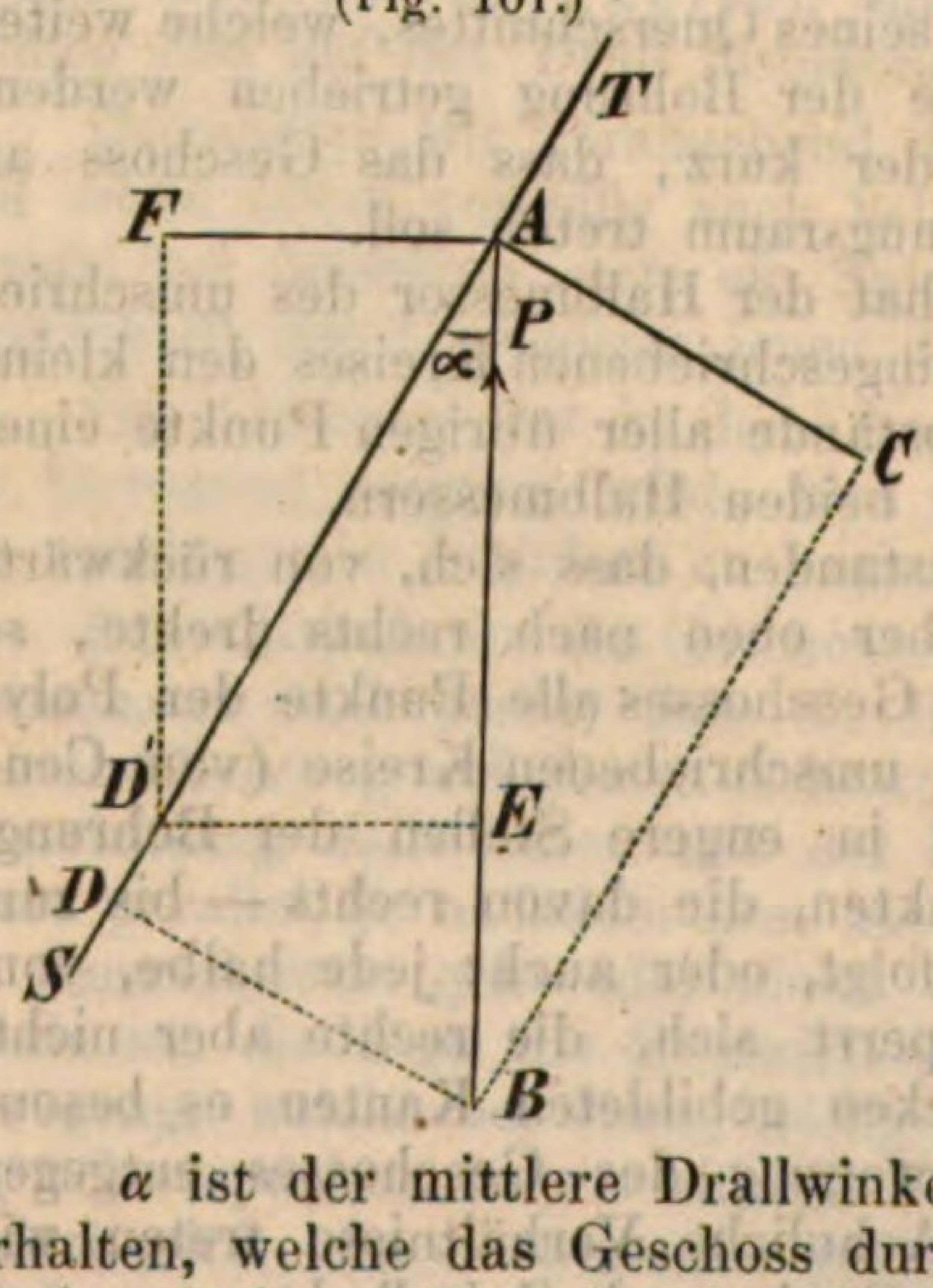
Da man jedoch bei diesem Vorgange in jedem Angriffspunkte dieselben Ergebnisse d. h. Kräfte erhalten muss, die einander gleich sind, und in dem nämlichen Sinne ihre Thätigkeit ausüben, so kann man kürzer verfahren, wenn man die ganze Stosskraft blos in einen dieser Angriffspunkte versetzt, und dort weiter prüft.

Es sei nun die Grösse des Pulverstosses $= P$. Die Richtung dieser Kraft liegt in der Bohrungs- folglich auch in der Geschossachse (indem wir, so wie in der vorangehenden Betrachtung, vorläufig vom Spielraume der Vorderladungs-Rohre absehen). Das Geschoss habe die Masse M.

Angenommen, dass die erwähnte Kraft dem Geschosse die Anfangsgeschwindigkeit $C_{,}$ geben könne, wenn man von den Widerständen absieht, welche eine Drallbohrung herbeiführt, so wäre dann die Grösse des auf das Geschoss ausgeübten Stosses: $P = M\,C_{,}$.

Diese Kraft und folglich auch die Geschwindigkeit $C_{,}$ erleidet jedoch eine Einbusse, und wird im Allgemeinen dadurch modificirt, dass ein gewisser Theil derselben zur Rotationsanregung des Geschosses aufgewendet werden muss.

(Fig. 101.)



Es sei ferner A, Fig. 101, der in der mittleren Dralllinie liegende Angriffspunkt, in welchem man die Kraft P in paralleler Richtung zur Achse annehmen kann. $A\,B$ stelle die Grösse derselben vor. $D\,T$ sei die durch A gezogene Tangente zur Dralllinie. $A\,B$ und $A\,D$ liegen, wie in §. 96 gezeigt wurde, in einer durch den Punkt A gehenden Tangentialebene jenes Cylindermantels, in welcher sich der Punkt A befindet, zu welch' letzterem der mittlere Halbmesser r gehört. Alle Kräfte, die in der Folge durch Zerlegung von P erhalten werden, müssen daher auch in der erwähnten Ebene liegen, die Richtung derselben also Tangenten zur Cylinderfläche sein.

α ist der mittlere Drallwinkel. Um die Grösse derjenigen Kraft zu erhalten, welche das Geschoss durch den Drall treibt, zerlege man P in zwei auf einander senkrechte Komponenten p und q, wovon die erstere in die Richtung von $A\,D$ (also in die Tangente der Dralllinie) fällt.

Man erhält dafür:

$$A\,D = p = P\,cos.\,\alpha \text{ und } A\,C = q = P\,sin.\,\alpha.$$

Der letzteren Kraft muss aber der materielle Drall, folglich auch die Bohrungswand widerstehen, und man kann diesen Widerstand durch eine Gegenkraft $= -q$ ersetzt gedenken. Es bleibt daher nur die Kraft $p = P\,cos.\,\alpha$, welche das Geschoss nach der Dralllinie zu bewegen strebt. Allein diese Kraft erleidet jedenfalls eine Verminderung durch die Reibung, die das gegenseitige Aneinanderpressen von Geschoss- und Drallwand herbeiführt, welches mit der Kraft q geschieht. Heisst man den bezüglichen Reibungskoefficienten f, so stellt $f\,q$ die Grösse der Reibung vor. Durch den Reibungswiderstand bleibt daher für die Kraft, welche das Geschoss nach dem Dralle bewegt, blos $p - f\,q$, welche Grösse durch $Q = A\,D$, vorgestellt werden soll.

Es ist also, wenn substituirt wird: $Q = p - f\,q = P\,(cos.\ \alpha - f\,sin.\,\alpha)$. Man sieht, dass diese Kraft wächst, wenn α und f abnimmt, d. h. je kleiner der Drallwinkel und die Reibung ist.

Um der ersteren Bedingung zu genügen, muss man dem Winkel α eine entsprechende Grösse geben. Da nun nach Gleichung (3), §. 96, $tang.\ \alpha = \frac{2\,r\,\pi}{l}$ ist, r jedoch bei einem bestimmten Kaliber nur geringen Aenderungen unterzogen werden kann, so hat man durch die Dralllänge l das beste Mittel, dem Drallwinkel α eine angemessene Grösse zu geben. Dieser Winkel nimmt ab, wenn l wächst und umgekehrt.

Für den Fall, dass man $\alpha = 0$ annimmt, erhält man: $Q = P$, also keinen Verlust an Kraft.

Es ist dieses ganz natürlich, denn für $\alpha = 0$ müsste $l = \infty$ sein, d. h. der Drall erst in einer unendlichen Länge eine Umdrehung machen; bei diesem Sachverhalt ergibt sich jedoch kein Drall, sondern entweder ein gerade gezogenes oder auch ein glattes Rohr.

Die Reibung wird verringert, somit f kleiner, wenn die Flächen der Bohrung nicht rauh sind, und das Geschoss dort, wo es mit der Bohrung in Berührung tritt, ebenfalls eine glatte Oberfläche hat, die überdies zur Erreichung des erwähnten Zweckes noch mit Fett geschmiert werden kann.

§. 103. Es ist ferner noch die Pressung $q = P\,sin.\,\alpha$ zu berücksichtigen, welche Geschoss- und Drallwand auf einander ausüben. Wie man sieht hängt diese Komprimirung von dem Drallwinkel α ab, und wächst mit diesem. Da zu dem Stosse q auch noch die Spannung des entwickelten Pulvergases auf die Bohrungswände hinzutritt, so darf besonders bei grossen Ladungen α eine gewisse Grenze nicht übersteigen, damit nicht das Rohr hinsichtlich seiner Haltbarkeit zu sehr angestrengt, oder gar überbürdet werde.

Wäre z. B. $\alpha = 7^0$, so wird q ungefähr $= \frac{1}{8}\,P$; diese Pressung übt das Geschoss bei seinem parallelen Fortrücken auf das Rohr aus, ohne des Gasdruckes hiebei zu gedenken.

Die Kraft $Q = P\ (cos.\,\alpha - f\,sin.\,\alpha)$ kann wieder in zwei Seitenkräfte aufgelöst werden, wovon die eine parallel zur Rohrachse läuft, die andere aber auf der ersteren senkrecht steht.

Heissen diese Komponenten respektive $A\,E = P_1$ und $A\,F = P_2$, so erhält man für die Grösse derselben:

$$P_{,} = Q\,cos.\,\alpha = P\,cos.\,\alpha\,(cos.\,\alpha - f\,sin.\,\alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

und $$P_2 = Q\,sin.\,\alpha = P\,sin.\,\alpha\,(cos.\,\alpha - f\,sin.\,\alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (b)$$

Mit Hinblick darauf, dass man eigentlich n symmetrisch gelegene Angriffspunkte hat, auf welch' jeden die Kraft $\frac{P}{n}$ wirkt, kann man $P_{,}$ in dem Mittelpunkte des Geschossquerschnittes anbringen. Die Richtung derselben geht daher durch die Rohrachse, und $P_{,}$ ist diejenige Kraft, welche das Geschoss nach der erwähnten Richtung aus dem Rohre treibt. $P - P_{,} = P - P\,cos.\,\alpha\,(cos.\,\alpha - f\,sin.\,\alpha) = P\,(sin.^2\,\alpha + \frac{1}{2} f\,sin.\,2\,\alpha)$ gibt den Verlust an, welchen die ursprüngliche Triebkraft P durch den Drall erleidet. Dieser Verlust wird um so beträchtlicher, je grösser α (der mittlere Drallwinkel) oder je steigender der Drall ist. Auch dieses Sachverhältniss weiset für α auf eine gewisse nicht zu übersteigende Grenze hin.

Die zweite Kraft P_2 entspringt aus den durch Zerlegung in den n Angriffspunkten erhaltenen Kräften. Alle diese Kräfte sind, vom Mittelpunkte aus betrachtet, nach ein und derselben Seite hin (hier nach rechts) gerichtet, haben eine gleiche Grösse und den Abstand r vom Centrum. Aus dieser Ursache lassen sie sich zu der in demselben Abstand wirkenden Kraft:

$$P_2 = P\,sin.\,\alpha\,(cos.\,\alpha - f\,sin.\,\alpha) = P\,(\tfrac{1}{2}\,sin.\,2\,\alpha - f\,sin.^2\,\alpha)$$

vereinigen, der das Drehungsmoment $P_2 . r$ zukommt, aus welchem die Rotation des Geschosses resultirt.

Es ist aber P_2 keine eigentliche Kraft, denn dieser Impuls wird nur durch den passiven Widerstand des materiellen Dralls hervorgerufen. Es lässt sich jedoch jeder Widerstand durch eine Gegenkraft ersetzen.

Denkt man sich daher den materiellen Drall entfernt, und statt seiner die Kraft P_2 im Abstande r auf das Geschoss wirkend, so wird die letztere Kraft dem Geschosse die nämliche Rotation verleihen, wie sie durch den Drall entsteht.

Die Kraft P_2 wächst, wie man leicht findet, mit α in so lange, als $f < cot.\ 2\,\alpha$ ist, welch' letztere Bedingung jedoch stets statt hat.

Das Verhältniss der beiden Kräfte P_2 und $P_{,}$ zu einander, ergibt sich aus Gl. (a) und (b) durch: $\frac{P_2}{P_{,}} = \text{tang.}\ \alpha = \frac{2\,r\,\pi}{l}$. (Wobei wie gesagt $P_{,}$ dem Geschosse die fortschreitende und P_2 die drehende Bewegung ertheilt.)

Da beide Kräfte momentane sind, so muss das Verhältniss derselben auch jenem der von ihnen hervorgebrachten Geschwindigkeiten gleichen.

Ist daher C die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, welche der Kraft $P_{,}$ entspricht; V aber die beim Beginne stattfindende Rotationsgeschwindigkeit, welche durch die im Abstande r thätige Tangentialkraft P_2 entsteht; so ist: $\frac{P_2}{P_{,}} = \frac{V}{C} = \text{tang.}\ \alpha.$

Es könnte scheinen, als ob die Gleichung $\frac{V}{C} = tang.\ \alpha$ nicht in allen Fällen gelten könnte, da das Geschoss — besonders aber die Lage seines Trägheitsmittelpunktes, von dem der Widerstand, welchen es der Drehung bietet, abhängt — nicht berücksichtigt wurde. Dass die erwähnte Gleichung stets bestehen müsse, soll nun gezeigt werden.

Aus $\frac{P_2}{P_1} = tang.\ \alpha$ folgt auch $P_1\ sin.\ \alpha - P_2\ cos.\ \alpha = 0$, und weil (nach §. 96) $sin.\ \alpha = \frac{r\ d\ \varphi}{d\ s}$, und $cos.\ \alpha = \frac{d\ z}{d\ s}$, so erhält man durch Substitution:

$$P_1\ r\ d\ \varphi - P_2\ d\ z = 0.$$

Diese Gleichung kann unmittelbar mit Anwendung des „Principes der virtuellen Geschwindigkeiten" hergeleitet werden, nach welchen das mechanische Moment der Mittelkraft gleich ist der Summe der mechanischen Momente der Seitenkräfte.

Die beiden Seitenkräfte P_1 und P_2 stehen aufeinander senkrecht, und daher ist ihre Resultirende $Q = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$. Diese Kräfte legen bei einer unendlich kleinen Bewegung des Geschosses die unendlich kleinen Wegstückchen $d\,z$, $r\,d\,\varphi$ und $d\,s$ zurück, welches die virtuellen Geschwindigkeiten der Kräfte P_1 P_2 und Q sind. Man hat daher

$$Q\,d\,s = P_1\,d\,z + P_2\,r\,d\,\varphi.$$

Wird diese Gleichung zum Quadrat erhoben und gleichzeitig für Q^2 der Werth $P_1^2 + P_2^2$, für ds^2 aber $dz^2 + r^2\,d\,\varphi^2$ gesetzt, so erhält man: $(P_1^2 + P_2^2)(d\,z^2 + r^2\,d\,\varphi^2) = P_1^2\,d\,z^2 + 2\,P_1\,P_2\,d\,z.\,r\,d\,\varphi + P_2^2\,r^2\,d\,\varphi^2$; — nach Tilgung der gleichen Glieder bleibt $P_1^2\,r^2\,d\,\varphi^2 + P_2^2\,d\,z^2 = 2\,P_1\,P_2\,d\,z.\,r\,d\,\varphi$ oder $(P_1\,r\,d\,\varphi - P_2\,d\,z)^2 = 0$, woraus $P_1\,r\,d\,\varphi - P_2\,d\,z = 0$ wie oben folgt.

Diese Gleichung führt auf den Ausdruck $\frac{P_2}{P_1} = \frac{r\ d\ \varphi}{d\ z}$.

Es sind aber $r\ d\ \varphi$ und $d\ z$ die unendlich kleinen Wege, die in derselben Zeit zurückgelegt wurden, und daher müssen sich dieselben so verhalten, wie die Geschwindigkeiten V und C, welche dabei stattfanden. Es ist also

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V}{C} = tang.\ \alpha.$$

Das Verhältniss $\frac{V}{C}$ bleibt folglich stets dasselbe, nämlich tang. α, mögen die Geschwindigkeiten selbst was immer für eine Grösse haben. Betrachtet man z. B. zwei Geschosse von gleichem Gewichte, die aus demselben Drallrohre getrieben werden; das eine soll ein massives, das andere ein hohles sein, und bei letzterem das nämliche Gewicht dadurch erreicht worden sein, dass der hintere prismatische Geschosstheil etwas länger gehalten wurde; im übrigen aber soll die Gestalt der beiden Geschosse übereinstimmen.

Es ist klar, dass bei dem Hohlgeschosse der Mittelpunkt der Trägheit weiter von der Drehachse absteht, als bei dem massiven, und deshalb setzt auch das erstere der Drehung einen grösseren Widerstand entgegen, als das letztere; es folgt hieraus, dass für jenes V kleiner ausfällt als für dieses. Allein in eben dem Verhältnisse, als V beim Hohlgeschosse abnimmt, muss auch dabei C abnehmen, und das gegenseitige Verhältniss beider Geschwindigkeiten wird dadurch nicht gestört und bleibt $=$ tang. α.

Dieses Bewandtniss ergibt sich auch ganz einfach aus dem vorgeschriebenen Weg — dem Drall — auf welchem sich das Geschoss bewegen muss. Die Gleichung $\frac{V}{C} = tang.\ \alpha = \frac{2\ r\ \pi}{l}$ gibt noch $\frac{V}{2\ r\ \pi} = \frac{C}{l}$ und wenn die Winkelgeschwindigkeit des Geschosses v heisst, also $V = r\ v$ ist, so erhält man auch $\frac{v}{2\ \pi} = \frac{C}{l}$ eine Relation, welche sagt, dass das Geschoss so oftmal in 1 Sekunde rotiren müsse, als die Dralllänge in der Anfangsgeschwindigkeit enthalten ist.

Die Gleichung $tang.\ \alpha = \frac{2\, r\, \pi}{l} = \frac{V}{C} = \frac{r\, v}{C}$ (A)
reicht völlig hin, um die Bestimmungen des Dralls darnach zu regeln.

Denn setzt man zwischen der Winkelgeschwindigkeit v und der Anfangsgeschwindigkeit C ein gewisses Verhältniss fest, so drückt dieses der Bruch $\frac{2\, \pi}{l}$ aus, und daher lässt sich die Dralllänge finden; und da r aus dem kleinsten und grössten Halbmesser der Widerstands- oder Berührungsfläche, wie oben gezeigt, bestimmt werden kann, so wird auch der mittlere Drallwinkel α durch die Gleichung $tang.\ \alpha = \frac{2\, r\, \pi}{l}$ erhalten.

Geht man aber den umgekehrten Weg, und setzt eine gewisse Dralllänge l fest, so gibt das Verhältniss $\frac{2\, \pi}{l}$ auch jenes, welches die Winkelgeschwindigkeit und Anfangsgeschwindigkeit zu einander haben, nämlich: $\frac{v}{C} = \frac{2\, \pi}{l}$, woraus $\frac{v}{2\, \pi} = \frac{C}{l}$ folgt; das Geschoss macht daher so viele Rotationen in 1 Sekunde, als der Bruch $\frac{C}{l}$ anzeigt.

§. 104. Wie man aus den vorangehenden Darstellungen entnehmen kann, wird die Grösse der Rotation von der Lage des Geschossschwerpunktes und von der Einwirkung der Luft oder von der Lage des Luftwiderstands-Mittelpunktes, also von der Gestalt oder der Konstruktion des Geschosses, von seinem Volumen und Gewichte, oder statt dessen von seiner Dichte und endlich noch von seiner Geschwindigkeit abhängen.

Wenn man bedenkt, dass die lebendige Kraft der Rotation das Umstürzen oder Ueberschlagen des im Fluge begriffenen Geschosses verhindern soll, und wenn man ferner berücksichtigt, dass der Luftwiderstand die vorzüglichste Ursache dieses Ueberschlagens bei nicht rotirenden Geschossen ist, insofern er an einem Hebelsarm wirkt, der durch den Abstand des Mittelpunktes dieses Widerstandes vom Schwerpunkte bestimmt wird; so liegt es an der Hand, diese Kräfte mit einander in Verbindung zu bringen, und dann aus der erhaltenen Gleichung die unbekannten Grössen zu bestimmen.

Die einfachste Verbindung der lebendigen Kraft der Rotation und des das Ueberschlagen bewirkenden Luftwiderstandes wäre die Gleichsetzung beider Grössen, indem man sich vorstellen könnte, dass sie sich gewissermassen wie zwei gegen einander wirkende Kräfte aufheben oder das Gleichgewicht halten.

Werden diese Voraussetzungen als zulässig erkannt, dann ist es nicht mehr schwierig, das Problem der entsprechendsten Dralllänge d. i. der geeignetesten (kleinsten) Umdrehungsgeschwindigkeit für ein bestimmtes Geschoss und eine gegebene Anfangsgeschwindigkeit zu lösen. Denn bekanntlich ist das Trägheitsmoment $T = 0{\cdot}57\ M\, r^2$, wo M die Masse und r der Geschosshalbmesser ist; bezeichnet weiter wie im früheren V die Rotationsgeschwindigkeit am Geschossumfange und $v = \frac{V}{r}$ die Winkel-

geschwindigkeit, so hat man die lebendige Kraft der anfänglichen Rotation:

$$T v^2 = 0{\cdot}57\, M\, V^2 \;\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Ist ferner Q der Luftwiderstand,
$\frac{A}{g}$ der Luftwiderstandskoefficient,
g die Beschleunigung der Schwere,
πr^2 der Inhalt des Geschossquerschnittes,
δ das specifische Gewicht der Geschossmaterie,
h der Abstand des Luftwiderstands-Mittelpunktes vom Geschossschwerpunkte und
C die Anfangsgeschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung; so ist wenigstens für die ersten Augenblicke der Geschossbewegung, wenn man das quadratische Luftwiderstandsgesetz zu Grunde legt, $Q = \pi r^2 C^2 \frac{A}{g}$, und das Moment dieses Widerstandes oder die Kraft für das Ueberschlagen des Geschosses:

$$Q h = \pi r^2 h C^2 \frac{A}{g} \;\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Setzt man ferner in Gl. (1) für M den Werth $\frac{P}{g}$, und berücksichtigt, dass das Gewicht P gleich ist dem Volumen, multiplicirt mit dem specifischen Gewichte, und die Volumen ähnlicher Körper (und diese nur werden hier vorausgesetzt) sich wie die dritten Potenzen der gleichnamigen Abmessungen verhalten; so hat man vorerst, wenn K das Volumen, $n \pi$ eine von der Geschosskonstruktion abhängige Verhältnisszahl bezeichnet:

$$K = n \pi r^3, \text{ dann } P = K \delta = n \pi r^3 \delta.$$

und

$$M = \frac{P}{g} = \frac{n \pi r^3 \delta}{g},$$

endlich

$$T v^2 = 0{\cdot}57 \frac{n \pi r^3 \delta}{g} V^2 \;\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Setzt man diesen Werth nach der angenommenen Bedingung dem Werthe (2) gleich, so ist:

$$0{\cdot}57 \frac{n \pi r^3 \delta}{g} V^2 = \pi r^2 h C^2 \frac{A}{g},$$

woraus

$$\frac{V^2}{C^2} = \frac{A}{0{\cdot}57\, n} \cdot \frac{h}{\delta r}$$

und

$$\frac{V}{C} = \sqrt{\frac{A}{0{\cdot}57\, n}} \cdot \sqrt{\frac{h}{\delta r}} \quad \text{folgt.}$$

Berücksichtigt man weiter, dass die anfängliche Rotations- und fortschreitende Geschwindigkeit, V und C sich so wie die ihnen entsprechenden zurückgelegten Wege eines in der mittleren Dralllinie (beziehungsweise am Geschossumfange) liegenden Punktes $2 r \pi$ und l verhalten, d. i.

$$\frac{V}{C} = \frac{2 r \pi}{l} \quad \text{(siehe Gl. (A) §. 103)}$$

und daher

$$\frac{2 r \pi}{l} = tang.\, \alpha = \frac{V}{C},$$

so hat man: $$tang.\ \alpha = \sqrt{\frac{A}{0{\cdot}57\, n}} \cdot \sqrt{\frac{h}{r\, \delta}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Aus dieser Gleichung ist zu entnehmen, dass der Drallwinkel mit der Zunahme des Kalibers und der Dichte des Geschosses abnimmt und mit dem Wachsen des Abstandes h grösser wird, ferner dass er in allen Fällen Null sein müsste, wenn der Abstand h des Luftwiderstands-Mittelpunktes vom Geschossschwerpunkte auch Null wäre.

(Es könnte daher ein Rohr für besonders gut konstruirte Geschosse auch geradlinig gezogen oder mit geraden Zügen versehen sein, und es ist zu bedauern, dass man bis jetzt noch nicht mit derlei Zügen und Spitzgeschossen Versuche angestellt hat.)

Für zwei Geschosse von ganz ähnlicher Konstruktion, jedoch verschiedenem Kaliber, müssen die Koefficienten $\frac{A}{0{\cdot}57\, n}$ ganz gleich sein, und man erhält als Relation, wenn man die analogen Abmessungen und Werthe für das zweite Geschoss und dessen Geschützrohr durch Striche charakterisirt:

$$tang.\ \alpha_{,} = \frac{2\, r_{,}\, \pi}{l_{,}} = \sqrt{\frac{A}{0{\cdot}57\, n}} \cdot \sqrt{\frac{h_{,}}{r_{,}\, \delta_{,}}}.$$

Bildet man aus dieser und der Gl. (4) Proportionen, so ergibt sich:

$$tang.\ \alpha : tang.\ \alpha_{,} = \frac{r}{l} : \frac{r_{,}}{l_{,}} = \sqrt{\frac{h}{r\, \delta}} : \sqrt{\frac{h_{,}}{r_{,}\, \delta_{,}}} \quad . \; . \; . \quad (5)$$

Bestimmt man aus dieser Gleichung die Dralllänge, so ist

$$l = l_{,} \frac{r}{r_{,}} \sqrt{\frac{r\, \delta\, h_{,}}{r_{,}\, \delta_{,}\, h}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

Aus Gleichung (5) lassen sich einige wichtige Folgerungen machen. Sucht man z. B. das Verhältniss der Dralllängen für zwei vollkommen gleich konstruirte Geschosse, die aber eine verschiedene Dichte δ und $\delta_{,}$ haben; so ist $l : l_{,} = \sqrt{\delta} : \sqrt{\delta_{,}}$, d. h. die Dralllängen sollen sich in diesem Falle gerade so wie die Quadratwurzeln aus den Dichten, und weil die Dichten bei gleichem Volumen den Gewichten proportional sind, wie die Quadratwurzeln aus den Geschossgewichten verhalten. Dieses Verhältniss sagt im Allgemeinen: je dichter unter gleichen Umständen die Geschossmaterie ist, desto länger kann man den Drall machen.

Setzt man Geschosse von gleichem Kaliber und gleicher Dichte, jedoch von verschiedener Konstruktion voraus, so ist $r = r_{,}$, $\delta = \delta_{,}$; und daher: $l : l_{,} = \sqrt{h_{,}} : \sqrt{h}$; d. h. die Dralllängen stehen in diesem Falle in verkehrtem Verhältnisse zu den Quadratwurzeln aus den Abständen der Mittelpunkte der Luftwiderstände von den Schwerpunkten der Geschosse. Im Allgemeinen wird die Dralllänge um so grösser sein können, je kleiner dieser Abstand h ist.

Da indessen dieser Abstand sich nur schwierig berechnen lässt und sich auch während der Dauer des Geschossfluges ändert, so kann man bei cylindro-ogivalen Langgeschossen dafür auch ohne grossen Fehler die Geschosslängen setzen.

Bestimmt man das Drallverhältniss für zwei Geschosse von ähnlicher Konstruktion und gleicher Dichte, so ist $h = h_,$, $\delta = \delta_,$; und daher: $tang.\ \alpha : tang.\ \alpha_, = \sqrt{r_,} : \sqrt{r}$; d. h. die Tangenten der Drallwinkel verhalten sich verkehrt wie die Quadratwurzeln der Rohrkaliber. Im Allgemeinen werden daher die Tangenten der Drallwinkel bei grösseren Kalibern kleiner werden, als bei kleineren Kalibern.

Sucht man unter der letzten Voraussetzung das Verhältniss der Dralllängen, so ist: $l : l_, = r\sqrt{r} : r_,\sqrt{r_,}$.

Im Allgemeinen wachsen daher die Dralllängen mit dem Kaliber der Rohre. Bestimmt man sich, um dieses Gesetz genau zu würdigen, die Dralllängen und die Drallwinkel für verschiedene Rohrkaliber unter der Voraussetzung, dass man bei einem gewählten Geschoss- und Geschütz-Systeme die geeignetste Dralllänge für den 6pf. Rohrkaliber zu 90′ gefunden hätte; so ist:

	6	12	24	48	96	120
	pfündiger Rohrkaliber					
Durchmesser der Bohrung in Zollen	3·59	4·49	5·62	7·02	8·82	9·49
Dralllänge in Schuhen . .	90	125	176	246	346	387
Drallwinkel	7° 9′	6° 24′	5° 43′	5° 7′	4° 34′	4° 24′

Zur Vergleichung dieser Daten wurde weiter unten für die obigen Rohrkaliber die Dralllänge und der Drallwinkel auch nach dem, von Kapitän Gillion in seiner Abhandlung über gezogene Kanonen *) aufgestellten Gesetze — „dass sich die Rotationsgeschwindigkeit ähnlicher Geschosse umgekehrt wie deren Kaliber verhalte“ — ausgerechnet. Aus dem erwähnten Gesetze folgert Gillion, dass die Dralllänge proportional dem Quadrate der Kaliber sein müsse.

Nach dem Gillion'schen Gesetze ist nämlich: $V : V_, = r_, : r$.

Setzt man in die bekannte Formel $\frac{V}{C} = \frac{2\pi r}{l} = tang.\ \alpha$, für zwei Geschosse und Rohre, die proportional konstruirt sind, auch die Ladungen zu einander proportional, dann werden die Anfangsgeschwindigkeiten C und $C_,$ einander nahezu gleich sein; und man erhält:

$V : V_, = \frac{r}{l} : \frac{r_,}{l_,} = tang.\ \alpha : tang.\ \alpha_,$; und wenn man in diese Proportion statt $V : V_,$ den obigen Werth $r_, : r$ einführt:

$$r_, : r = \frac{r}{l} : \frac{r_,}{l_,} = tang.\ \alpha : tang.\ \alpha_,;$$

woraus $l : l_, = r^2 : r_,^2$ und $tang.\ \alpha : tang.\ \alpha_, = r_, : r$ folgt.

Nach diesen Proportionen ergeben sich für die genannten Kaliber nachstehende Drallverhältnisse, wenn man wieder die Dralllänge für den 6pf. Kaliber zu 90′ als Basis annimmt.

*) Etudes sur les canons rayés, par M. Gillion, p. 11 et 12 — Liège.

	6	12	24	48	96	120
	pfündiger Rohrkaliber					
Durchmesser der Bohrung in Zollen	3·59	4·49	5·62	7·02	8·82	9·49
Dralllänge in Schuhen . .	90	141	221	344	543	629
Drallwinkel	7° 9′	5° 43′	4° 35′	3° 40′	2° 55′	2° 43′

Wie man sieht, nehmen in dieser Tafel die Dralllängen mit dem Kaliber des Rohres noch rascher zu, als in der vorigen Tafel. Während dort z. B. für den 120-Pfdr. die Dralllänge zu 387′ und der Drallwinkel zu 4° 24′ gefunden wurden, betragen diese Grössen hier 629′ und 2° 43′.

Dieser Umstand veranlasst eine Prüfung des Werthes beider Gesetze.

Das erste Gesetz, welches aus der lebendigen Kraft der Geschossrotation und aus dem Luftwiderstande abgeleitet wurde, der das Geschoss während seines Fluges umzuwerfen strebt, findet in der durch den Gang der Entwicklung erhaltenen Formel $\frac{V^2}{C^2} = \frac{A}{0{\cdot}57\,n} \cdot \frac{h}{\delta\,r}$ seine Begründung. Wie man hier sieht, ist das Verhältniss der lebendigen Kräfte der Rotation und der fortschreitenden Bewegung keinesfalls konstant, sondern dieses Verhältniss $\left(\frac{V^2}{C^2}\right)$ ist dem Abstande des Luftwiderstands-Mittelpunktes vom Schwerpunkte des Geschosses direkt, der Geschossdichte und dem Rohrkaliber verkehrt proportional.

Setzt man, der einfacheren Untersuchung wegen, für 2 Geschosse: $h = h_,$, $\delta = \delta_,$ und $C = C_,$; so gibt obige Formel folgende Proportion: $V^2 : V^2_, = r_, : r$, d. h. es müssen sich, wenn das Umwerfen beider Geschosse durch den Luftwiderstand auf gleiche Weise verhindert werden soll, die Quadrate der Rotationsgeschwindigkeiten umgekehrt wie die Geschosskaliber verhalten.

Drückt man die Rotationsgeschwindigkeiten V und $V_,$ durch die Winkelgeschwindigkeiten v und $v_,$ aus; so ist, wegen $V = r\,v$ und $V_, = r_,\,v_,$

$$v^2 : v_,^2 = r_,^3 : r^3.$$

Da aber die Massen oder die Gewichte der vollkommen ähnlich und gleich dicht vorausgesetzten Geschosse den Kuben der gleichnamigen Abmessungen proportional sind, so erhält man noch ferner: $v^2 : v_,^2 = M_, : M$ oder $v^2 M = v_,^2 M_,$; d. h. wenn man sich die Massen beider Geschosse in einem von den Rotationsachsen gleichweit abstehenden Punkte, hier in der Entfernung 1, vereinigt denkt, so müssen die durch die Rotation dieser Massen entstehenden lebendigen Kräfte einander gleich sein, wenn beide Geschosse einen gleich richtigen Flug erhalten und auf gleiche Weise von dem Luftwiderstande bezüglich des Ueberschlagens afficirt werden sollen.

Die Richtigkeit dieser Formel basirt sich auf die Grundlehren der Mechanik und ist, aus obigem Gesetze hergeleitet, das beste Kriterium über dessen Giltigkeit.

Untersucht man in gleicher Weise die Gillion'schen Gesetze, so ist: $V : V_, = r_, : r$ also auch: $V^2 : V^2_, = r_,^2 : r^2$ oder $r^2 v^2 : r_,^2 v_,^2 = r_,^2 : r^2$, und daher: $r\,v^2 : r_, v_,^2 = r_,^3 : r^3 = M_, : M$, oder $v^2 M : v_,^2 M_, = r_, : r$.

Hier verhalten sich die lebendigen Kräfte der Rotation, die in der Entfernung 1 angebracht sind und das Umschlagen der Geschosse verhindern sollen, verkehrt wie die Kaliber, was mit den genannten Lehren im Widerspruche steht.

§. 105. Einige Autoren *) gingen bei der Bestimmung der Dralllängen von andern als den eben besprochenen Gesetzen aus. Sie setzen die Dralllängen für ähnliche Geschoss- und Geschützsysteme den Quadratwurzeln der Kaliber proportional, also: $l : l_, = \sqrt{d} : \sqrt{d_,} = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$.

Dieses Gesetz findet man namentlich bei den von Whithworth konstruirten Geschützrohren angewendet.

Zur Begründung dieses Gesetzes führt Lynall Thomas an: „Praxis und Theorie geben als Totaleffekt der verzögernden Kraft der Luft auf Geschosse verschiedener Grösse, aber von derselben Form und Dichte, die ganze Flugzeit hindurch annäherungsweise das Verhältniss der Quadratwurzeln ihrer Durchmesser, nämlich wenn W und $W_,$ die Widerstände, d und $d_,$ die Durchmesser der Geschosse bezeichnen, $W : W_, = \sqrt{d} : \sqrt{d_,}$.

Er sagt weiter: „Wir finden zuerst nach Euler, dass Körper von derselben Dichte und Form unter denselben Elevationen und mit Anfangsgeschwindigkeiten, die sich wie die Quadratwurzeln ihrer Durchmesser verhalten, geworfen, ähnliche Kurven beschreiben, weil hier die Widerstände im Verhältniss zu den lebendigen Kräften stehen, woraus wir ersehen, dass der jeweilige Betrag des Luftwiderstandes auf Geschosse verschiedener Grösse im Verhältnisse der Quadratwurzeln ihrer Durchmesser ist. Dies ist eine verhältnissmässig einfache Deduktion aus dem Gesetze: dass die Luftwiderstände sich ändern, wie die Quadratwurzeln der Geschossgeschwindigkeiten."

„Da der Widerstand der Luft auf Geschosse von verschiedenen Durchmessern, welche Geschwindigkeiten haben, die den Quadratwurzeln ihrer Durchmesser proportional sind, verhältnissmässig der gleiche ist; so folgt, dass auch die Rotationsgeschwindigkeit für jedes Geschoss dieselbe sein müsse und dass mithin, da die Geschwindigkeit grosser Geschosse jene der kleineren im Verhältniss der Quadratwurzeln ihrer Durchmesser übertrifft, die Länge des Umgangs der Züge für grosse Geschosse (um jedem dieselbe Winkelgeschwindigkeit zu geben) im gleichen Verhältnisse wachsen müsse."

Wird die Richtigkeit der Vordersätze zugegeben, dann ist bei gleichen Anfangsgeschwindigkeiten ($C = C_,$) beider Geschosse, wegen $\frac{V}{C} = \frac{2\pi r}{l}$ der Schlusssatz jedenfalls begründet; denn aus

$$W : W_, = V : V_, = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$$

folgt sofort: $\frac{r}{l} : \frac{r_,}{l_,} = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$, oder $l : l_, = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$

*) Siehe Rifled Ordnance von Lynall Thomas und Mémoire sur les armes à feu rayées par Thiroux, — Paris, 1859.

Rechnet man auch nach dieser Proportion die Dralllänge und den Drallwinkel für nachstehende Rohrkaliber unter der Annahme aus, dass die vortheilhafteste Dralllänge für den 6-Pfdr. 90′ beträgt, so ergeben sich folgende Resultate:

	6	12	24	48	96	120
	pfündiger Rohrkaliber					
Durchmesser der Bohrung in Zollen	3·59	4·49	5·62	7·02	8·82	9·49
Dralllänge in Schuhen . .	90	101	113	126	141	146
Drallwinkel	7° 9′	7°59′	8°55′	9°56′	11° 7′	11° 31′

Ohne die Richtigkeit der vorhin angeführten Sätze zu analysiren, soll hier nur untersucht werden, ob es statthaft sei, den totalen Effekt der verzögernden Kraft der Luft auf Geschosse verschiedener Grösse, aber von derselben Form und Dichte den Rotationsgeschwindigkeiten V und $V_{,}$ proportional zu setzen.*)

Nennt man zu diesem Zwecke:

M die Masse des Geschosses, C seine Anfangsgeschwindigkeit,
x und y die Koordinaten eines beliebigen Punktes der Flugbahn,
t die Flugzeit bis zu diesem Punkte,
c die Geschwindigkeit des Geschosses in diesem Punkte,
Q die Grösse des Luftwiderstandes gegen das Geschoss, und
$f(x, y)$ die Gleichung der Flugbahn, so hat man nach dem Principe der Erhaltung der lebendigen Kräfte:

$$M c^2 = M C^2 - 2 f(x, y) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (a)$$

und

$$f(x, y) = \int (X\,dx + Y\,dy), \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (b)$$

worin X die bewegende Kraft nach der Abscissenachse und Y die bewegende, hier aber verzögernde Kraft nach der Ordinatenachse vorstellt. Wie bekannt ist:

$$X = -Q\frac{dx}{ds}; \; Y = -Q\frac{dy}{ds} - Mg;$$

daher $X\,dx + Y\,dy = -Q\dfrac{dx^2 + dy^2}{ds} - Mg\,dy = -Q\,ds - Mg\,dy.$

Integrirt man diesen Ausdruck zwischen den Grenzen o, s und o, y; so ergibt sich:

$$\int_0^{s,y} (X\,dx + Y\,dy) = -\int_0^s Q\,ds - Mgy.$$

Substituirt man diesen Werth in die Gl. (a) und (b),

so ist: $$M c^2 = M C^2 - 2\int_0^s Q\,ds - 2\,Mgy,$$

oder $$M C^2 - M c^2 = 2\int_0^s Q\,ds + 2\,Mgy.$$

*) Wir citiren hier den dagegen erhobenen Einwurf von Rutzky (siehe von demselben — „Einrichtung und Konstruktion aller gezogenen Kanonen." — Wien, 1864.), indem er auch unserer Meinung vollkommen entspricht.

Man sieht also, dass der Unterschied in den lebendigen Kräften des Geschosses am Anfange und dann in irgend einem Punkte der Flugbahn gleich ist der doppelten Arbeit $\int_o^s Q\,d\,s$ und $M\,g\,y$, die das Geschoss in Folge des Luftwiderstandes Q und des Hebens seines eigenen Gewichtes $(M\,g)$ verrichten muss, was in der Natur der Sache begründet ist.

Die Arbeit des Geschosses in Folge des Luftwiderstandes am Ende der Flugbahn, wo $y = o$ ist, ergibt sich zu $\int_o^s Q\,d\,s = \frac{1}{2}(M\,C^2 - M\,c^2)$.

Es ist also die totale Wirkung des Luftwiderstandes gleich dem halben Unterschiede der lebendigen Kräfte, von denen das Geschoss am Anfange und am Ende seiner Flugbahn afficirt war.

Aus dieser Ableitung ist es klar, dass man die totale Wirkung des Luftwiderstandes niemals den einfachen, sondern jederzeit den Quadraten der Geschwindigkeiten proportional setzen müsse. In der That, wäre die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses gänzlich durch den Widerstand aufgezehrt worden, dann wäre $\int_o^s Q\,d\,s = M\,C^2$, und wenn man statt

$\int_o^s Q\,d\,s$ das Zeichen W setzt: $W = M\,C^2$.

Es ergäbe sich mithin für zwei Geschosse mit verschiedenen Geschossgeschwindigkeiten: $W : W_, = C^2 : C_,^2$

Weil man sich diese Relation zwischen den Widerständen der Luft und den Rotationsgeschwindigkeiten zweier ähnlicher Geschosse ebenso bestehend denken kann, als zwischen den Widersänden und den Anfangsgeschwindigkeiten; so müsste auch:

$W : W_, = V^2 : V_,^2$, und nicht $W : W_, = V : V_,$ sein.

Die letzte Proportion erscheint uns unstatthaft und durch nichts zu rechtfertigen, die erste $W : W_, = V^2 : V_,^2$ führt naturgemäss, da

$$W : W_, = \sqrt{r} : \sqrt{r_,} \text{ ist,}$$

zu $V^2 : V_,^2 = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$ oder $\frac{r^2}{l^2} : \frac{r_,^2}{l_,^2} = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$, daher zu dem Gesetze:

$$l : l_, = r\sqrt{r} : r_,\sqrt{r_,}$$

Also selbst der theoretisch und praktisch als richtig erkannte Satz, dass die Totaleffekte der verzögernden Kraft der Luft auf ähnliche Geschosse sich wie die Quadratwurzeln ihrer Durchmesser verhalten, führt auf das analytisch begründete Gesetzt, dass sich die Dralllängen für ähnliche Geschosse von verschiedenem Kaliber sowie die Quadratwurzeln aus den dritten Potenzen der Kaliber verhalten.

§. 106. Nach Gl. (A), §. 103, ist: $\frac{V}{C} = \frac{2\,r\,\pi}{l}$, und für

$$V = r\,v \text{ auch } \frac{v}{C} = \frac{2\,\pi}{l} \text{ oder } \frac{v}{2\,\pi} = \frac{C}{l}.$$

Aus der letzten Gleichung kann man, wie im §. 103 erwähnt, folgern, dass ein Geschoss wenigstens am Anfange seiner Bewegung sich in 1 Sekunde so oftmal umdrehen müsse, als die Dralllänge l in der Anfangs-

geschwindigkeit C enthalten ist. Man entnimmt demnach, dass dieses Umdrehungsverhältniss bei gegebenem Rohrkaliber von der Dralllänge abhängt.

Es wäre daher eine einfache Annahme, das Verhältniss der Rotationsgeschwindigkeit V zur Anfangsgeschwindigkeit C konstant zu setzen, denn dann wäre $\frac{V}{C} = \frac{2 r \pi}{l} = tang. \alpha$ konstant; und es müsste bei dieser Annahme (bei welcher auch der Drallwinkel α konstant ist) die Dralllänge in einfachem Verhältnisse zu dem Kaliber der Bohrung stehen, also mit dem Kaliber zu- oder abnehmen.

Die letzte Annahme findet sehr viele Anhänger. Die Gleichung zur Berechnung der Dralllänge würde darnach die Form $l = 2 n r = n d$ haben, worin d der Durchmesser des Kalibers und n einen aus der Erfahrung für jedes Geschütz- und Geschosssystem ermittelten Koefficienten bezeichnen.

Würde man z. B. zu weiteren Berechnungen den franz. 4-Pfdr. nach La Hitté zu Grunde legen, und seine Dralllänge mit $l_,$ seinen Bohrungsdurchmesser mit $d_,$ $(2 r_,)$ bezeichnen; so ergäbe sich für einen anderen Rohrkaliber d $(2 r)$ dieses Systems, dessen gesuchte Dralllänge l sei,

nach $$l : l_, = d : d_, = r : r_, \quad l = \frac{l_,}{d_,} d = n d.$$

Daher $$n = \frac{84 \cdot 3}{3 \cdot 3} = 25 \cdot 5 \text{ und } l = 25 \cdot 5\, d = 51 . r$$

Wollte man nach letzterer Formel die Dralllänge des österr. gezog. 6- und 12-Pfdrs., welche dem La Hitté'schen System nachgebildet sind, bestimmen, so ergäbe sich für den 6-Pfdr. $l = 93 \cdot 5''$ und für den 12-Pfdr. $l = 116 \cdot 8''$, welche von der bestehenden zu $93 \cdot 6''$ und $121 \cdot 8''$ nur ganz unbedeutend abweichen.

§. 107. Eine andere Art, die verhältnissmässige Einwirkung der Luft auf Geschosse von verschiedener Grösse zu ermitteln, oder (wenn es erlaubt ist sich so auszudrücken) die Kraft, welche ein Geschoss von vermehrtem Gewichte gewinnt um den Widerstand der Luft zu überwinden, festzusetzen und die Bestimmung der Dralllänge hierauf zu basiren, besteht darin, dass man die Endgeschwindigkeiten*) vergleicht.

Man hält dafür, dass die Endgeschwindigkeiten der Geschosse nahezu den Quadratwurzeln ihrer Durchmesser proportional seien.

Jedoch muss bemerkt werden, dass die Geschosse im Fallen nie diese Endgeschwindigkeit erreichen, sondern blos eine annähernde; und weil auch sonstige Umstände gegen eine theoretische Bestimmung der Drallverhältnisse auf diesem Wege sprechen; so sollen nur die wenigen nachstehenden Bemerkungen hier noch Raum finden.

Man nimmt in der Praxis wahr, dass die Schussweiten von Rundgeschossen verschiedener Grösse (unter den höchstmöglichen Winkeln erhalten),

*) Die Geschwindigkeit eines Geschosses, welches blos unter dem Einflusse der Schwere in der Luft fällt, wächst nach und nach, bis selbes auf einen Widerstand der Luft stösst, der gleich dem Geschossgewichte ist; da von hier an die abwärts drückende Last und der Widerstand gleich bleiben, so würde es mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit abwärts sinken, die man die Endgschwindigkeit nennt.

im Allgemeinen proportional den Endgeschwindigkeiten dieser Geschosse gefunden werden, wenn die Anfangsgeschwindigkeiten dieselben waren.

Wird nun der Flug der Langgeschosse stätig, d. i. die Spitze vorwärts vorausgesetzt, so müssen die Endgeschwindigkeiten verschiedener ähnlicher Geschosse von ungleichem Durchmesser nahezu dasselbe Gesetz, wie die Rundgeschosse befolgen.

(Daher der vollkommen stätige Flug der Langgeschosse so wichtig ist. Eine Mangelhaftigkeit in dieser Beziehung veranlasst nicht allein eine grössere Seitenabweichung des Projektils, sondern beeinträchtigt auch bedeutend seine Endgeschwindigkeit und seine Schussweite.)

Die Engeschwindigkeiten sphärischer Hohlkörper verhalten sich zu jenen massiver Kugeln nahe wie $1 : \sqrt{1 \cdot 5}$. Die Endgeschwindigkeit eines Langgeschosses verglichen mit jener eines Rundgeschosses von gleichem Durchmesser wird nahezu im Verhältniss der Quadratwurzeln der Gewichte sein; die grössere Schussweite des Langgeschosses (innerhalb gewisser Grenzen) steht ungefähr in demselben Verhältnisse, u. s. w.

§. 108. Ueberblickt man die über die Bestimmung der Dralllänge niedergeschriebenen Bemerkungen, so erkennt man, dass die Schlussfolgerungen der verschiedenen Autoren, welche diesen Gegenstand behandeln, je nach den dem Kalkül zu Grunde gelegten Hypothesen nicht unwesentlich von einander differiren, so dass wir im Hinblick auf den Umstand, dass die entsprechendste Dralllänge für die einzelnen Kaliber, bei einer bestimmten Rohr- und Geschosskonstruktion und festgesetzten Ladungen, endgiltig doch nur durch Versuche und die Erfahrung festgestellt werden kann, uns auf die vorangegangenen Betrachtungen beschränken und nur einige Bestimmungen der Dralllänge als Beispiele folgen lassen.

Die oben erwähnten theoretischen Untersuchungen über die Bestimmung der Dralllänge für Geschütze von verschiedenem Kaliber (Geschütze und Geschosse von gleicher Konstruktion, und proportionale Ladungen vorausgesetzt), führen im Allgemeinen auf einen der nachfolgenden Sätze:

1. $l : l_, = \sqrt{r} : \sqrt{r_,}$;
2. $l : l_, = r : r_,$;
3. $l : l_, = r\sqrt{r} : r_, \sqrt{r_,}$;
4. $l : l_, = r^2 : r_,^2$.

Berechnet man beispielsweise die Dralllänge des 8pfd. Bogenzug-Geschützes, unter der Voraussetzung, dass jene des 4pfd. bereits bestimmt ist, aus den obigen 4 Sätzen, so ergibt sich:

aus 1. — für $l' = 64''$, $r = 3{\cdot}83''$ und $r_, = 3{\cdot}08''$, — $l = 71{\cdot}37''$;
aus 2. — für die unter 1. angegebenen Werthe, — $l = 79{\cdot}58''$;
aus 3. — für die unter 1. angegebenen Werthe, — $l = 88{\cdot}71''$;
aus 4. — für die unter 1. angegebenen Werthe, — $l = 98.96''$.

So wie im vorliegenden Beispiel die nach dem 1., 2. und 3. Satze berechneten Dralllängen 71·37 — 79·58 und 88·71" der durch Versuche erprobten bestehenden Dralllänge des 8-Pfdrs. von 80" am nächsten liegen, so dürften auch im Allgemeinen diese Sätze unter den obigen Voraussetzungen, je nach der Bohrungs- und Geschoss-Konstruktion, als die entsprechendsten zur Bestimmung der Dralllänge anzusehen sein. *)

*) Berechnet man nach Satz 2) die Dralllänge des La Hitte 12-Pfdrs. aus jener des 6-Pfdrs., so ist: für $l_, = 93{\cdot}6''$, $r = 4{\cdot}563''$ und $r_, = 3{\cdot}667''$; — $l = 116{\cdot}8''$; der bestehenden Dralllänge von 121·8' auch sehr nahe liegend.

§. 109. Schliesslich mögen hier in Kürze jene Punkte zusammengefasst werden, welche hinsichtlich des Dralls einer besondern Aufmerksamkeit werth sind.

1. Sollen die Dralllängen bei Kanonen verschiedenen Kalibers, bei gleicher Geschütz- und Geschoss-Konstruktion, nahe in dem obigen Verhältnisse stehen.

2. Wenn man die Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse und die Elevation, unter welcher geschossen wird, gleich annimmt, so erfolgt das Wachsen der Rotationsgeschwindigkeit grösserer Geschosse durch den dabei nöthigen Drall auf Kosten der Fluggeschwindigkeit; somit der Schussweite.

3. Da Gewicht und Gestalt des Geschosses den wesentlichsten Einfluss auf den Drall haben, so ist jene Gestalt die vorzüglichste, welche den geringsten Drall braucht; es ist wichtig, dass man so viel als möglich vermeide, den Winkel im Verhältnisse der Rohrgrösse zu vermehren.

4. Mag bemerkt werden, dass bei Geschossen von gegebener Länge diejenigen den geringsten Drall brauchen, welche die vollkommenste Koncentricität besitzen, deren Oberflächen der Luft den geringsten Widerstand darbieten, deren Schwerpunkt möglichst nahe an der Spitze liegt; — deren Form derjenigen eines Cylinders am nächsten kömmt; weil bei dieser das Drehungsmoment grösser ist, als bei jeder andern Geschossform von demselben Durchmesser und derselben Länge; sie verlangen demnach einen geringeren Drall, als wenn sie die Form eines länglichen Kegels haben, endlich jene, welche die grösste Dichte besitzen; z. B. ein Bleigeschoss braucht einen geringeren Drall als ein eisernes, weil das Bewegungsmoment zur Hervorbringung derselben Winkelgeschwindigkeit beim Blei grösser ist als beim Eisen, während die, der Rotation entgegenwirkenden Kräfte bei beiden die gleichen sind. Je weniger hervortretend die früher erwähnten Eigenschaften bei Projektilen sind, desto grösser muss der Drall sein, obschon einige von diesen Eigenschaften einen grössern Einfluss auf den Drall haben als andere.

Bei der Anwendung des Princips der Züge auf Kanonen scheint es, selbst beim Gebrauche des kleinsten wirksamen Dralls für das günstigst geformte Geschoss, dass eine Vergrösserung des Drallwinkels die Länge des Rohres auf eine bestimmte Grenze beschränkt. In der That wäre der erforderliche Drall für ein Rohr von 8″ Bohrungsdurchmesser aufwärts, so gross im Verhältniss zu diesem, dass es nothwendig würde, die Bohrungslänge in demselben Verhältnisse, als der Drallwinkel wächst, abnehmen zu lassen, so dass das Kanonenrohr in seinen Längendimensionen bedeutend reducirt würde. Dies ergebe sich aus der Nothwendigkeit, der grossen Vermehrung der Reibung etc. vorzubeugen, welche, wenn das Kanonenrohr von proportionirter Länge wäre, bei der gewöhnlichen Ladung durch den vergrösserten Drallwinkel hervorgebracht wird.

Alle diese Umstände zeigen, wie wichtig es ist, zur Kenntniss der entsprechendsten Dralllänge zu gelangen, um das Geschoss während des ganzen Fluges stätig zu erhalten, denn nur dadurch, dass man diese Kenntniss gehörig benützt, kann man aus gezogenen Kanonenrohren die grösste Wirkung erzielen.

Befragt man Versuche, so wird man in Uebereinstimmung mit der Theorie finden, dass die Dralllänge von nachfolgenden vier Punkten wesentlich abhängt, u. z.:

1. Von der Geschossgattung. Es muss daher jede Versuchs-Serie, welche auf die Feststellung des Dralls Bezug hat, mit derselben Geschossgattung ausgeführt werden.

2. Vom Kaliber. Es müssen daher die verschiedenen widerstreitenden Umstände bei Ausmittlung des veränderlichen Verhältnisses der für das Geschoss erforderlichen Winkelgeschwindigkeit in Betracht gezogen, jene, für welche ein annehmbarer Grund sich angeben lässt, auf ähnliche Weise geprüft werden, wie oben vorgeschlagen wurde.

3. Von der Elevation. Da der Drall für hohe Elevationen grösser sein muss als für niedrige, so muss bei Experimenten zur Ausmittlung des Dralls immer auch unter der grössten in der Praxis erforderlichen Elevation geschossen werden.

4. Von der Anfangsgeschwindigkeit. Nimmt die Geschwindigkeit, beziehungsweise die Ladung, beträchtlich zu, so ist es nicht räthlich denselben Drall anzuwenden wie bei geringerer, denn entweder verliert das Geschoss seine Gestalt oder das Rohr springt. Es muss daher bei solchen Versuchen auch die grösste Anfangsgeschwindigkeit, die in praktischen Fällen angewendet wird, beim Versuche gebraucht werden.

Endlich sei noch erwähnt, dass alles, was in dieser Beziehung anzuführen ist, sich vorzugsweise auf die Reibung der Geschoss- und Bohrungsführungen bezieht, und da die Grösse dieser Reibung, neben dem Zugsprofil, wesentlich vom Grade des Dralls d. i. von der Dralllänge abhängt, so wird jenes System gezogener Geschütze das beste sein, welches den geringsten Drall braucht und dabei die möglichst grösste Treffsicherheit bei genügender Schussweite gewährt.

Zu der durch die Reibung des Geschosses gegen die Züge hervorgebrachten Geschwindigkeits-Verminderung tritt noch der Widerstand der Züge selbst hinzu, durch welchen die Bewegung des Geschosses aus der nach vorwärts gerichteten in die rotirende abgeändert wird.

Diese Wirkung wächst in dem Verhältniss, als der Drall zunimmt, vermindert die Schussweite und durch Deformation des Geschosses und der Bohrung auch die Treffsicherheit, überhaupt findet alles, was oben über die Reibung der Führungen gesagt wurde, auch auf diese Einwirkung seine Anwendung.

In solange als das Problem der Fluglinie (der ballistischen Kurve, Geschossbahn, Trajectoire) des Geschosses ungelöst ist, kann keine genaue mathematische Formel für die Dralllänge gefunden werden, und selbst dann, wenn man eine solche hätte, wäre sie von keinem entschiedenen Nutzen, ausser es würde aus jedem Geschützrohr mit derselben bestimmten Elevation und Ladung geschossen. Ein äusserst schwieriger Kalkül würde für jede Ladung, d. i. für jede Geschwindigkeit des Geschosses und für jede Elevation des Rohres eine veränderte Fluglinie geben. Anderseits ist nicht zu verkennen, dass die theoretische Betrachtung der Dralllänge ihrer Bestimmung auf dem Versuchsplatze vorhergehen muss, wenn nicht eine grosse Verschwendung von Zeit, Kosten und Kräften nutzlos vergeudet werden soll.

Ist die Dralllänge auf dem Wege der Praxis endgiltig bestimmt, so sind die theoretischen Beziehungen derselben zum Drallwinkel — der Dralllinie — und dem Verhältniss der Anfangs- zur Winkelgeschwindigkeit des Geschosses — von dem entschiedensten Werthe.

Ebenso sind die auf dem Wege der Theorie entwickelten gegenseitigen Beziehungen der Dralllänge zu dem Bohrungsprofil und der Bohrungslänge — weiters zu dem Geschossquerschnitt, der Form, dem Gewichte und den sonstigen Eigenschaften des Geschosses, — und zu dem auf dasselbe einwirkenden Luftwiderstand während seiner Bewegung, — der Beachtung würdig.

§. 110. Ermittlung der Dralllänge durch Versuche. So schwierig die theoretische Bestimmung der entsprechendsten Dralllänge für ein bestimmtes Geschütz- und Geschoss-System auch immer sein möge, und so wenig auf eine vollständig verlässliche Angabe derselben durch die Theorie zu rechnen ist, so muss dieselbe doch der praktischen Ermittlung derselben vorangehen.

Denn es ist begreiflich, dass, wenn auch die geeignetste Dralllänge für ein bestimmtes Rohr- und Geschoss-System am sichersten durch direkte Schiessversuche ermittelt werden kann, dieser Weg ein sehr umständlicher und kostspieliger wird, wenn die theoretische Bestimmung der Dralllänge nicht dieser Ermittlung vorangeht; weil es nothwendig wird, mehrere Rohre von ganz gleichem Kaliber und gleicher Konstruktion, jedoch mit verschiedenem Dralle, unter ganz gleichen Verhältnissen so lange zu versuchen, bis man die entsprechende Dralllänge in sehr enge Grenzen eingeschlossen hat. Dass hiebei Umstände eintreten können, die eine entgiltige Bestimmung der Drallverhältnisse ungemein erschweren, liegt auf der Hand; und in vielen Fällen wird nur die genaue Erwägung und Würdigung aller Konstruktionsverhältnisse und Schiessergebnisse die Entscheidung für ein oder die andere Dralllänge leiten können. Alle Artillerien haben zur Ermittlung des entsprechenden Dralles der Züge für Rohre von bestimmter Konstruktion und Kaliber, bei festgesetzter Seelenlänge und konstanter Ladung, den experimentellen Weg betreten, und erst nach Gewinnung der Drallverhältnisse für Rohre von ähnlicher Konstruktion, jedoch verschiedenem Kaliber, die Rechnung in Verbindung mit Versuchen vorgenommen.

Die Versuche der französischen Artillerie bis zum Jahre 1858 zur Ausmittlung des entsprechenden Dralls der Züge für Rohre von bestimmtem Kaliber, bei festgesetzter Seelenlänge und konstanter Ladung, auf experimentellem Wege, sind aus den schon im Früheren berührten Ursachen von höherem Interesse, weshalb hier einige darauf bezugnehmende Bemerkungen Platz finden sollen. Diese Versuche liessen vorangehend erkennen, dass die Anordnungsweise der Flügel und der Züge mit Beziehung auf die Centrirung und Fixirung des Geschosses, einen bei weitem grösseren Einfluss auf die Schussrichtigkeit ausübe, als der Drall der Züge. So haben z. B. dieselben Dralllängen bei verschiedenen Kalibern, so lange die Geschossisolirung nicht aufgefunden war, mittelmässige oder schlechte Resultate gegeben; dagegen zu vorzüglichen Ergebnissen geführt, nachdem diese einmal gewonnen war. Daraus liesse sich die Folgerung machen, dass man bei einem Rohre von bestimmtem Kaliber, bei festgesetzter Ladung, ohne Benachtheiligung der Schussrichtigkeit, die Dralllängen in ziemlich grossen Grenzen variiren lassen könne.

Nichts desto weniger sprach die Versuchs-Kommission die Meinung aus, dass es für ein bestimmtes Geschütz auch eine bestimmte, mehr als jede andere entsprechende Länge des Dralls geben müsse.

In dieser Beziehung gibt die Kommission in ihrem Berichte an das Komité-Präsidium, am 11. März 1858 das nachfolgende Gutachten ab:

„Für ein Rohr von bestimmtem Kaliber und gegebener Länge bei festgestellter Pulverladung muss es eine gewisse Dralllänge zur Erreichung des Maximums der Portée geben."

„Es ist begreiflich, dass ein zu rascher Drall, der beträchtlichen Reibung im Rohre wegen, die Schussweite vermindern muss. Dasselbe kann aber auch bei einer allzu grossen Dralllänge eintreten, weil in diesem Falle die dem Projektile ertheilte Rotationsbewegung nicht gross genug sein kann, um seine Bewegung im Rohre (um so weniger während des Durchschreitens der Flugbahn) zu regeln und die Anschläge zu hindern, wodurch Portée und Schussrichtigkeit leiden. —

„Man kann auch annehmen, dass bei einer allzu grossen Dralllänge die Züge dem Geschosse im Rohre nur einen schwachen Widerstand bieten, und dass letzteres aus dem Rohre treten kann, ehe die Pulvergase noch ihre volle Wirkung ausüben konnten.

„Alles berechtigt daher zu dem Ausspruche, dass es für ein gegebenes Rohr bei festgestellter Pulverladung eine Dralllänge geben müsse, welche mehr als jede andere geeignet ist, die Schussweite auf ein Maximum zu bringen. Es ist daher sehr wesentlich, diese entsprechende Dralllänge ausfindig zu machen."

Diesen Betrachtungen zu Folge schlug die Kommission zur Ausmittlung der entsprechenden Dralllänge für einen bestimmten Kaliber von festgesetzter Seelenlänge nachstehenden Weg vor: Man wähle z. B. vier Rohre desselben Kalibers, die sich nur durch die Dralllängen von einander unterscheiden und unterziehe sie unter ganz gleichen Umständen komparativen Schiessversuchen. Für jede Elevation bestimme man mittelst einer Kurve das Verhältniss zwischen der Dralllänge und den erreichten Distanzen. Durch diesen Vorgang würde sich die grösste Schussweite und somit der geeignetste Drall leicht auffinden lassen.

Bei den bis zum Jahre 1859 durchgeführten Versuchen hatte sich für die 4pfd. Feldkanone eine Dralllänge von 2·5^{m} (95″ W. M.) als die günstigste herausgestellt, welche einem Drallwinkel von nahe 6 $^{1}/_{4}$ Grad entspricht. Die später definitiv festgesetzte Dralllänge dieses Geschützes beträgt 97·3″ W. M.

Die russische Artillerie schlug zur Ausmittlung der vortheilhaftesten Länge des Dralles folgenden Weg ein: Aus einem Geschütze mit einer etwa durch Rechnung bestimmten Dralllänge wird mit der normalen Ladung und mit der Metallrichtung auf eine Scheibe geschossen, die auf 30 Saschenen (84 Schritte) von der Mündung steht.

Diese Entfernung ist darum so gering, damit bei der späteren Verminderung der Ladung die Wahrscheinlichkeit des Treffens nicht durch die geringere Anfangsgeschwindigkeit beeinflusst werde.

An der Scheibe werden die horizontalen und senkrechten Abstände der Mittelpunkte der durchgeschlagenen Löcher vom Centrum gemessen und aus der Zahl der Schüsse der Abstand des mittleren Treffpunktes vom Scheibencentrum bestimmt, sowie die mittleren quadratischen Abweichungen der Geschosse in horizontaler und vertikaler Richtung von diesem Treffpunkte berechnet. Bei den folgenden Schussserien wird die Ladung abwechselnd vermehrt und vermindert, und bei jeder Serie die genannten Bestimmungen und Berechnungen wiederholt.

Ist man bei einer Ladung angelangt, bei der die mittleren quadratischen Abweichungen die kleinsten sind, so ist der Versuch beendet und diese Ladung als diejenige zu betrachten, die für das Geschoss bei dem

Dralle des gerade untersuchten Rohres die günstigste Rotationsgeschwindigkeit ergibt. Auf Grundlage dieser Geschwindigkeit berechnet man den für das Geschützrohr und für die normirte Ladung günstigsten Drall. Es muss nämlich die dem Geschosse durch diese Ladung ertheilte Rotationsgeschwindigkeit eben so gross werden, wie jene, welche bei dem untersuchten Geschütze durch die Ladung erreicht wurde, bei welcher die quadratischen Abweichungen der Geschosse am kleinsten waren. Werden die Anfangsgeschwindigkeiten C und $C_,$ der fortschreitenden Bewegung ermittelt, welche die Geschosse durch die zwei bezeichneten Ladungen erlangten, so sind die Winkelgeschwindigkeiten v und $v_,$ der Rotation (nach. Gl. (A), §. 103)

$$v = \frac{2\pi C}{l} \text{ und } v_, = \frac{2\pi C_,}{l_,},$$

und da diese Geschwindigkeiten gleich sein sollen, so ist:

$$\frac{2\pi C}{l} = \frac{2\pi C_,}{l_,} \text{ und daraus } l = l_, \frac{C}{C_,}.$$

Die günstigste Länge des Dralles für das Schiessen mit der normirten Ladung ist also gleich der Länge des Dralles des untersuchten Rohres multiplicirt mit dem Quotienten $\left(\frac{C}{C_,}\right)$ aus der Anfangsgeschwindigkeit, die durch die normirte Ladung erzielt wurde, und der Anfangsgeschwindigkeit, die man bei jener Ladung erreichte, bei welcher die mittleren quadratischen Abweichungen die kleinsten waren.

Diese Art der Drallbestimmung soll sich durch die in Russland angestellten Versuche mit einem gezog. 4-Pfdr. nach dem System La Hitté als richtig erwiesen haben.

Das untersuchte Rohr hatte die durch die französ. Artill. festgesetzte Dralllänge $l_, = 97''$, die erreichten Anfangsgeschwindigkeiten waren: $C = 1117'$ und $C_, = 828'$, daher $l = 131''$. Die letztere Dralllänge ergab bei einem komparativen Versuche eine grössere Treffsicherheit.

Um annähernd die Dralllänge für irgend einen Geschützkaliber nach dem bekannten günstigsten Dralle eines erprobten Geschützrohres zu finden, nimmt man in der russischen Artillerie auf Grund der bis jetzt angestellten bestätigenden Versuche an, dass bei gleichen Anfangsgeschwindigkeiten die verhältnissmässigen Dralllängen in Theilen des Kalibers für Geschütze von verschiedenem Kaliber einander gleich sind, und dass bei Geschützen von gleichem Kaliber die günstigste Dralllänge den Anfangsgeschwindigkeiten proportional sei, die durch die verschiedenen Ladungen erreicht werden.

Man sieht daraus, dass die 1. Regel auf die im §. 106 entwickelte Formel: $l = n\,d$, und die 2. Regel auf die ebenfalls dort besprochene Formel: $\frac{v}{C} = \frac{2\pi}{l}$ basirt ist. Setzt man in dieser Formel v konstant, so resultirt aus derselben für zwei Geschützrohre von gleichem Kaliber die Proportion $C : C_, = l : l_,$. Der Werth dieser Formel, und auch jener der eben genannten Regeln wurde schon oben besprochen.

Zur Uebersicht und Richtschnur sind in nachstehender Tafel die Drallverhältnisse einiger eingeführter oder erprobter Geschützrohre zusammengestellt; wobei bemerkt wird, dass diese Verhältnisse für die gezogenen Geschütze der österr. Artillerie sich in Tafel 3 und 4 §. 127, vorfinden.

Pfündige		Gattung des Geschützes	Durchmesser der Bohrung in Zollen	Zahl der Züge	Dralllänge in Zollen	Drallwinkel in Graden
4		System La Hitté. französische Vorderladungsrohre mit Zapfen-Geschossen.	3·3	6	84·3	$7\frac{1}{10}$
4			3·3	6	97·3	6
4		System La Hitté. russische Vorderladungrohre mit Zapfen-Geschossen.	3·3	6	131·3	$4\frac{1}{2}$
4		System Müller. schweizer. Vorderladungsrohre mit Expansiv-Geschossen.	3·2	6	97·7	$5\frac{5}{6}$
6	Feld-	System 1861 und 1860 preussische Hinterladungsrohre mit Pressions-Geschossen.	3·6	18	178	$3\frac{1}{2}$
6	Batterie-		3·6	12	178	$3\frac{1}{2}$
12	Batterie-		4·7	12	237·6	$3\frac{2}{5}$
24	Batterie-		5·82	12	356·4	$2\frac{2}{3}$
6		System Armstrong. englische Hinterladungsrohre mit Pressionsgeschossen.	2·5	32	75	6
12			3	38	114	$4\frac{3}{4}$
20			3·75	44	132	$5\frac{1}{10}$
40			4·75	56	176	$4\frac{5}{6}$
100			7	72	259	$4\frac{5}{6}$
3		System Whitworth. englische Vorderladungsrohre mit Geschossen ohne Mantel (12- u. 80-Pfdr. Hinterladungsrohre mit geringem Spielraum).	1·45	regelmässiges Sechseck	38·6	$6\frac{3}{4}$
6			2·5		40	$11\frac{1}{10}$
12			3·13		57·8	$9\frac{2}{3}$
32			4		75	$9\frac{1}{2}$
80			4·82		115·7	$7\frac{1}{2}$
10		System Parrott. amerikanische Vorderladungsrohre mit Expansiv-Geschossen (10- und 20-Pfdr. Feld- die anderen Batterie- und Schiffgeschütze).	2·99	3	115·7	$4\frac{3}{4}$
20			3·41	5	131·1	$4\frac{3}{4}$
30			4·07	7	145·3	5
100			6·18	11	208	$5\frac{1}{4}$
200			7·7	12	265·7	$5\frac{1}{4}$

Man sieht aus dieser Tafel, dass jene Geschützrohre, in welche die Geschosse von der Mündung aus mit Spielraum geladen werden, wie beim Systeme La Hitté etc. und bei jenen, die wohl für die Hinterladung eingerichtet sind, jedoch auch mit Spielraum schiessen, wie dies beim Systeme Whitworth der Fall ist, der Drall bedeutend steiler, d. i. der Drallwinkel bedeutend grösser ist, als bei eigentlichen Hinterladungsrohren, oder überhaupt Rohren, die ihre Geschosse ohne Spielraum schiessen.

Bei den ersteren Rohren liegt der Drallwinkel im Allgemeinen zwi-

schen $4\frac{1}{2}$ und $11\frac{1}{10}{}^{0}$, bei den letzteren zwischen $2\frac{2}{3}$ und 6^{0}, daher ist derselbe bei den letzteren Rohren fast um die Hälfte kleiner.

Geschützrohre, aus welchen Projektile mit Spielraum geschossen werden, fordern im Allgemeinen einen steilen oder kurzen Drall, damit die schädlichen Einflüsse des Spielraumes auf die Geschossführung noch innerhalb der Bohrung genügend ausgeglichen werden.

Beachtet man die Dralllänge der ersten 3 Geschützrohre der Tafel, so erkennt man die Richtigkeit des vorangehend erwähnten Ausspruches der französischen Versuchskommission, dass die Dralllänge in ziemlich grossen Grenzen variiren könne, ohne die Trefffähigkeit des Geschützes wesentlich zu beeinträchtigen.

Die Versuche mit Geschützrohren nach dem Systeme La Hitté und mit Zapfengeschossen haben gezeigt, dass es bei dieser Rohr- und Geschosskonstruktion nothwendig ist, dem Geschosse eine halbe Umdrehung innerhalb der Bohrung zu geben, um die schädlichen Einflüsse des Spielraumes auf die Treffwahrscheinlichkeit zu beschränken. Die Schiessversuche mit einem Feld- und einem Batterie- 12-Pfdr., welche nach demselben Systeme gezogen waren und einen Drallwinkel von ungefähr 5^{0} hatten, fielen zu Gunsten des Batterierohres aus. Der Unterschied in der Konstruktion der Bohrungen bestand nur darin, dass der Drall in dem längeren Batterierohre ungefähr 0·6 Umwindung, in dem kürzeren Feldrohre nur 0·4 eines Umganges machte. Obwohl der Feld-12-Pfdr. eine etwas geringere Ladung hatte, so war dennoch die dem Geschosse durch die Züge beigebrachte Rotation genügend gross; denn als ein Geschoss auf 4000 Schritte in die als Ziel dienende Holzwand mit seiner Spitze 3″ tief eindrang, rotirte der abgesprengte und zurückgeschleuderte Geschosskörper noch einige Zeit mit sehr grosser Geschwindigkeit. Die Ursache der schlechteren Schussresultate des Feldrohres konnte daher nur in der kurzen Seelenlänge oder darin liegen, dass 0·4 Umwindung des Dralles nicht genügt, um die schädlichen Einflüsse des Spielraumes auf die Trefffähigkeit auszugleichen. Als man einem solchen Rohre auf die normale Seelenlänge einen Drall gab, welcher innerhalb der Bohrung 0·6 Umdrehung machte, was einem Drallwinkel von 6^{0} 43′ 15″ entsprach, erhielt man befriedigendere Resultate.

Es ist begreiflich, dass diese Angaben nur einen Schluss auf Spielraumrohre bei Anwendung von Zapfengeschossen erlauben, und dass sich dieselben Rohre mit zweckmässiger geliederten Geschossen gewiss ganz anders verhalten haben würden. Man kann aber mit Bestimmtheit sagen, dass diese Bohrungskonstruktion und Geschossliederung sich für kurze Rohre, namentlich für gezogene Mörser, nur sehr wenig oder gar nicht eignen würde.

Bohrungsdurchmesser des Rohres.

§. 111. Da man aus den bei glatten Rohren angegebenen Ursachen (siehe §. 29) auch bei gezogenen Kanonen, zur Erzielung der verschiedenen zu erreichenden Zwecke, nicht nur Geschosse von verschiedener Grösse nöthig hat, sondern dieselben auch auf verschiedene Entfernungen aus den Geschützrohren zu schiessen beabsichtigt, so muss man auch hier Geschütze von verschiedenem Bohrungsdurchmesser haben.

Die Grenzen für letzteren bestimmen sich dadurch, dass das Gewicht

des Geschosses das Laden, und jenes des Geschützes selbst dessen Handhabung noch möglich macht, so wie ferner durch die Schussweiten, welche man mit den Geschützrohren noch zu erreichen bestrebt ist, endlich durch die Beschaffenheit der Zielobjekte und die gegen letztere geforderte Wirkung der Geschosse.

Sind einmal die Konstruktionsgrundzüge der Rohre, die Art und die relative Grösse ihrer Leistung bekannt, so hängt die Wahl des Rohrkalibers zunächst von dem Zwecke ab, welchen man mit dem Geschütze zu erreichen beabsichtigt, und wird sonach vorangehend durch die Beschaffenheit der Zielobjekte und die Entfernungen, auf welche dieselben zu bekämpfen sind, bestimmt. Bei glatten Rohren nahm man im Allgemeinen die noch deutlichen Sehweiten von 2000 bis 2500 Schritten, als die Grenzen der Entfernungen an, auf welche man noch zu wirken beabsichtigte, doch wurden in letzterer Zeit diese Grenzen beim Küsten- und Schiffsgeschütze bis auf Entfernungen von 3000 bis 3500 Schritte hinausgerückt. Bei gezogenen Geschützen ist die geforderte Wirkungssphäre noch weiter hinausgerückt, und man nimmt im Allgemeinen beim Gebirgsgeschütze die Entfernungen von 2000 bis 2500, — beim Feldgeschütze jene von 2500 bis 3500, — und beim Batterie-, Küsten- und Schiffsgeschütze jene von 4000 bis 5000 Schritte als die Grenzen an, auf welche man noch zu wirken beabsichtigt.

Die Beschaffenheit der zu zerstörenden Objekte oder Streitmittel bedingt die Grösse und die Wirkungsfähigkeit der Geschosse, daher ihre Masse oder ihr Gewicht für die Perkussionswirkung und ihre Einrichtung (Grösse der innern Höhlung etc.) für die Spreng- und minenartige Wirkung, und nimmt daher ebenfalls einen direkten Einfluss auf die Grösse des Kalibers oder Bohrungsdurchmessers. (Wir sehen hier vorläufig davon ab, dass die durch die Ladung bedingte Anfangsgeschwindigkeit mit in Betracht zu ziehen kommt.) Berücksichtiget man die geforderten Eigenschaften des Gebirgs-, Feld-, Batterie- und Schiffsgeschützes (auf welche wir in dem Abschnitt — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Wirkung“ — zurückkommen), so erkennt man, dass dem Gebirgs-Geschütze der 3- bis 4pfd. Eisen-Kaliber, d. i. 2·81—3·08″ Bohrungsdurchmesser, dem Feld-Geschütze der 4- bis 8pfd. Eisen-Kaliber, d. i. 3·08—3·83″ Bohrungsdurchmesser, dem Batterie-Geschütze der 6- bis 24pfd. Eisen-Kaliber, d. i. 3·67—5·66″ Bohrungsdurchmesser und dem Küsten- und Schiffs-Geschütze der 24- bis 80pfd. Eisen-Kaliber, d. i. 5·66—8·50″ Bohrungsdurchmesser entsprechen dürfte.

Gezogene Haubitzen können je nach ihrer Bestimmung in den Grenzen zwischen dem 7- und 30pfd. Steinkaliber, d. i. 5·7—9·1″ Bohrungsdurchmesser gehalten werden; — gezogene Mörser endlich, wenn solche als nothwendig erscheinen, den 60pfd. Steinkaliber, d. i. 11·5″ Bohrungsdurchmesser erreichen. Im Uebrigen verweisen wir auf das über den Bohrungsdurchmesser bei glatten Rohren Gesagte.

Die Bohrungsdurchmesser der bei uns eingeführten gezogenen Kanonen sind aus Tafel 3 und 4, §. 127, zu entnehmen.

Spielraum.

§. 112. Der Durchmesser der Grundform der Bohrung ist bei den meisten gezogenen Vorderladungs-Geschützen grösser, als jener des auf die

Längenachse senkrecht stehenden grössten Querschnittes der Grundform des Geschosses; überdies kommen bei diesen Geschützen auch noch die Unterschiede der Abmessungen der an der Grundform des Geschosses angebrachten Ansätze, Leisten oder Warzen, und der Züge oder Furchen in Betracht. Obwohl man daher auch hier ganz allgemein den sich ergebenden leeren Raum zwischen dem Geschosse und den Bohrungswänden den Spielraum nennt; so pflegt man doch öfter diesen Ausdruck näher zu präcisiren, und demgemäss von dem Spielraum zwischen Zugbasis und Geschossleiste oder Warze und von jenem zwischen Feld- und Mantelfläche des Geschosseisenkernes, weiters vom Spielraum rings um das centrirte Geschoss oder vom grössten Spielraum des in den Zügen seiner Schwere entsprechend gelagerten Geschosses zu sprechen.

Der Spielraum ist nöthig, um das Geschoss mit jener Leichtigkeit in die Bohrung einführen zu können, welche für den schnellen und ungehinderten Gebrauch der Geschütze vor dem Feinde unumgänglich erforderlich ist.

Denkt man sich bei einem Warzen-Geschosse zwei Zapfen an der Basis eines Zuges aufliegend, welche den Geschoss-Schwerpunkt genügend unterstützen, so wird das Geschoss beim Beginne seiner Bewegung durch das durch den Spielraum entweichende Pulvergas gegen die Basis dieses Zuges angedrückt und bei seinem Fortschreiten nach dem Dralle zumeist ohne beträchtliche Schwankungen in dieser Lage erhalten werden; wenn nicht durch die stossweise Wirkung des Gases bei mangelhafter Liederung und Centrirung des Geschosses und die Elasticität der Geschütz- und Geschoss-Materie eine schlotternde Bewegung des Langgeschosses herbeigeführt wird. Tritt letzterer Umstand ein, so wirkt derselbe nicht nur zerstörend auf Geschoss und Bohrung ein, sondern beeinträchtigt auch wesentlich die Treffsicherheit des Geschützes. (Uebrigens kann eine schlotternde Bewegung in der Rohrbohrung noch durch andere Ursachen hervorgerufen werden, worauf wir bei der Besprechung der Bewegung des Geschosses im Rohre zurückkommen.)

Der Spielraum beeinträchtiget nach dem Gesagten, je nach dem angewendeten Zugprofil, mehr oder weniger die Sicherheit des Treffens, indem das Geschoss während seiner Bewegung im Rohre eine schlotternde Bewegung annehmen kann, in Folge welcher dasselbe beim Austritte aus der Mündung von der vorgezeichneten Flugbahn abgeleitet wird; — er gestattet ferner das Entweichen eines Theiles des Pulvergases und vermindert hiedurch die Schussweite; — endlich verursacht derselbe Geschossanschläge und dadurch den früheren Ruin der Bohrung des Rohres. Da mit der Vergrösserung des Spielraumes wohl das Laden erleichtert wird, aber auch die angeführten Nachtheile stärker hervortreten, so erscheint es nöthig, den Spielraum thunlichst zu beschränken. Die Rücksichten, welche man hiebei vorangehend zu nehmen hat, sind: Die Verengung der Bohrung durch das Ansetzen des Pulverschleimes, und die Unmöglichkeit die Geschosse und die Bohrungen so zu erzeugen, dass sie die vorgeschriebenen Abmessungen vollkommen genau erhalten.

Hiernach muss der Querschnitt der Bohrung so angenommen werden, dass das grösste zugehörige Projektil (nach den normalen Toleranzen für die Abmessungen desselben) mit seiner etwaigen Umhüllung (dem Mantel)

bei der grössten vorkommenden Verschleimung des Rohres noch ohne Schwierigkeit geladen werden kann.

Im Vorangehenden haben wir schon erwähnt, wie bei Vorderladungsrohren die Nachtheile des Spielraumes durch eine zweckmässige Konstruktion der Bohrung und der Geschosse vermindert oder auch ganz beseitigt werden können. So hat man bei Geschossen mit Zapfen den Anschlägen im Rohre durch die Geschossisolirung und die zweckmässige Unterstützung des Schwerpunktes möglichst vorgebeugt. Ebenso wurde angegeben, wie es möglich ist, durch die Relief-, Spiral- und Bogenzüge die sichere Bewegung und feste Führung des Geschosses zu erzielen und den Spielraum sogar für letzteren Zweck dienstbar zu machen; ferner wurden die Einrichtungen der Wechsel- und Schiebzüge besprochen, welche zum Theile ebenfalls die ungünstige Einwirkung des Spielraumes auf die Geschossbewegung parallisiren.

Die grossen Nachtheile des Spielraumes bei gezogenen Kanonen möglichst zu beseitigen, waren, wie schon gesagt, seit der Anwendung gezogener Geschütze, alle Artillerien mit grösserem oder geringerem Erfolge bemüht; und diesen Bestrebungen verdanken auch die Systeme der Hinterladung, und jene der Geschossexpansion — oder Kompression bei Vorderladungs-Rohren, bei welchen der Spielraum durch die Geschossliederung vollkommen aufgehoben ist, ihre Entstehung.

Dem gleichen Streben ist auch im Allgemeinen die Vervollkommnung der Zugprofile bei Vorderladungs-Rohren zuzuschreiben, welche die nachtheiligen Einflüsse des Spielraumes im grösseren oder geringeren Masse beschränken und dabei die Aufgabe der Geschoss-Isolirung, Centrirung und Fixirung mehr oder minder vollständig lösen.

Was die Systeme der gezogenen Rohre mit Hinterladung betrifft, so lösen sie das Problem wohl vollständig, jedoch haben dieselben manche Nachtheile im Gefolge, die vorzugsweise ihre Ursache in der Verschlussvorrichtung des Rohres finden.

(In einem folgenden Abschnitt „Verschlussvorrichtung bei Hinterladungsrohren“ soll näher auf die Besprechung der bei diesen Rohren in Anwendung kommenden Verschlussvorrichtungen eingegangen werden.)

Was den Spielraum im Ladungsraume der Hinterladungsrohre betrifft, so kann derselbe oftmal die Ursache abgeben, dass Geschoss- und Bohrungsachse wenigstens im Anfange der Geschossbewegung nicht übereinander fallen; was jedoch einen schädlichen Einfluss auf die Führung des Geschosses in den seltensten Fällen nach sich zieht.

Was die Beseitigung der Nachtheile des Spielraumes durch Geschossexpansion betrifft, so soll hier in Kürze nur das Nachfolgende erwähnt werden.

Die Versuche der österreichischen Artillerie im J. 1858 und 1859, welche bezweckten die Nachtheile des Spielraumes bei gezogenen Rohren durch das Princip der Geschosskompression zu beseitigen, und 1859 zur Aufstellung von zwei nach dem Systeme Lorenz gezog. 3pf. Gebirgsbatterien führten, sind von gleichen Bestrebungen der bairischen Artillerie (Reichenbach, schon 1809), der englischen (Whitworth, Jeffery und Anderer), der württembergischen (Zöller), der belgischen (Charrin und Timmerhans), der amerikanischen (Parrott etc.) und anderer Artillerien, vor und nach dieser Zeit, begleitet gewesen.

Eine grössere Anwendung fand das System der Geschossexpansion durch die im Jahre 1861 erfolgte Annahme des Systems Müller in der schweizerischen Artillerie, von welchem im §. 83 die Rede war, und welches im Nachfolgenden, — unter „Einfluss des Geschosses auf die Konstruktion des Rohres mit Bezug auf die Wirkung" noch näher besprochen werden soll. Bei den gezogenen Schiesswollgeschützen österreichischer Konstruktion (System Lenk) und jenem mit excentrischen Kreisbogenzügen (System 1863) ist es in neuerer Zeit gelungen, die Uebelstände des Spielraumes wesentlich zu beschränken, ohne die Leichtigkeit der Vorderladung zu beeinträchtigen; dabei ist den Nachtheilen der Hinterladung, und jenen bei Anwendung von Geschossen mit Expansion oder Kompression ausgewichen. Im Uebrigen verweisen wir auf das unter — „Zugprofil" und „Drall" — im Vorhergehenden Gesagte.

Der Spielraum der österr. Vorderladungsrohre ist in Tafel 3 und 4, §. 127, angegeben.

Bohrungslänge des Rohres.

§. 113. Die Länge der Bohrung hängt bei gezogenen Rohren im Wesentlichsten von der Grösse und den sonstigen Eigenschaften der Pulverladung, dem Gewichte und der Form des Geschosses, von der Führung und Liederung desselben in der Rohrbohrung, resp. dem Bohrungsquerschnitt, von der Steigung des Dralles, und von der speciellen Bestimmung des Rohres ab.

Die Grenze für die vortheilhafteste Länge der Bohrung wird daher auch hier, wenn man blos die grösste Wirkung in's Auge fasst, durch jenen Punkt bestimmt, wo das Geschoss die Geschwindigkeit der nachströmenden Gase, d. i. die der angewendeten Ladung entsprechende grösste Anfangsgeschwindigkeit erlangt hat.

Wächst das Gewicht des Projektiles, wie dies bei gezogenen Rohren im Vergleiche mit den glatten der Fall ist, so wird dem Drucke des Pulvergases auch ein grösserer Widerstand geboten. Soll daher bei einem schwereren Geschosse die gleiche Anfangsgeschwindigkeit, wie bei einem leichteren erzielt werden, so muss die Pulverladung vermehrt werden. Da aber bei Vergrösserung der Letzteren auch die vortheilhafteste Länge der Bohrung wachsen muss, so begnügt man sich hier mit einer dem Geschosse ertheilten kleineren Anfangsgeschwindigkeit, was um so zulässiger ist, da, wie aus späteren Betrachtungen ersichtlich wird, trotz der geringeren Anfangsgeschwindigkeit, bei dem grösseren Gewichte und den sonstigen Eigenschaften des Langgeschosses, bei gezogenen Kanonen die Schussweite derselben noch immer grösser ist, als jene aus glatten Rohren.

Je grösser ferner das Verhältniss zwischen der Pulverladung und dem Geschossgewichte ist, desto zerstörender wird die Einwirkung der ersteren auf die Geschütze, und desto stärker müssen dieselben in allen ihren Abmessungen gehalten werden, um die nöthige Widerstandsfähigkeit zu besitzen. Wollte man nun der Bohrung gezogener Rohre mit Bezug auf die Wirkung bei allen Geschützen, die vortheilhafteste Länge geben, so erhielte man vielfältig zu schwere, den Anforderungen auf die Beweglichkeit, leichte Handhabung und Bedienung nicht in hinreichendem Masse Rechnung tragende Geschütze. In der Ausübung wird daher die Ladung

und das Geschossgewicht bei Festsetzung der Bohrungslänge nur in soferne berücksichtiget, dass noch eine hinreichende, dem besonderen Gefechtszwecke des Geschützrohres entsprechende Wirkuug zu erwarten steht, und dabei gleichzeitig das Rohr eine seiner Bestimmung angemessene Länge erhält. Wenn sich schon bei glatten Rohren bei der Bestimmung der Bohrungslänge des Rohres ausser der durch dieselbe zu erstrebenden grössten Anfangsgeschwindigkeit, mannigfache andere Einfluss nehmende Umstände (wie die Beweglichkeit und leichte Handhabung des Feldgeschützes, das genügende Hineinreichen in die Scharte beim Batteriegeschütze etc.) zur Geltung bringen; so ist dies bei gezogenen Rohren in noch höherem Masse der Fall, wobei überdies die auf die Bohrungslänge Einfluss nehmenden Umstände noch komplicirter in einander greifen.

Beispielsweise erwähneu wir nur, dass auf die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, nebst der Ladung und dem Gewichte des Geschosses, die meist zusammengesetzte Einrichtung des letzteren, seine Liederung in der Rohrbohrung, das Profil der letzteren, die Grösse des Dralles, die Reibung des Geschosses in der Bohrung, während seiner Bewegung in derselben, und noch manche andere Umstände nebst der Bohrungslänge von wesentlichem Einflusse sind.

Berücksichtigt man weiter, dass die übrigen auf die Bohrungslänge Einfluss nehmenden Umstände sich in ähnlicher Weise kompliciren, so wird man zu der Erkenntniss geführt, dass die Bestimmung der entsprechendsten Bohrungslänge bei gezogenen Rohren auf blos theoretischem Wege noch weniger durchzuführen sei, als bei glatten Rohren, und dass daher auch hier nur der Versuch und die Erfahrung, über das Entsprechen einer auf theoretischem Wege bestimmten Bohrungslänge, endgiltig entscheiden könne.

Bei der theoretischen Bestimmung der Bohrungslänge sind im Allgemeinen die Grundsätze massgebend, welche bei dieser Bestimmung für glatte Rohre entwickelt wurden, nur ist hiebei auf die grössere Masse der Langgeschosse im Vergleiche zur Kugel von gleichem Durchmesser, ferner auf die Rotation jener Projektile um die Längenachse, den Widerstand, welchen sie durch die Forcirung und Führung in den Zügen der Rohrbohrung erfahren, sonach auf die Liederung des Geschosses und die Länge des Dralles, sowie auf die verhältnissmässig kleineren Ladungen und den abweichenden Einfluss des etwa vorhandenen Spielraumes die entsprechende Rücksicht zu nehmen, weiters sind die Bemerkungen zu berücksichtigen, welche darauf bezugnehmend, in den Abschnitten — „Das Zugprofil“ — und — „Der Drall“ — gemacht wurden.

Was die praktische Bestimmung der Bohrungslänge betrifft, so sei hier noch das Nachstehende erwähnt.

Die beste Bohrungslänge der gezogenen Rohre wird im Allgemeinen etwas von der Bohrungslänge der glatten Rohre gleichen Kalibers aus den oben erwähnten Ursachen abweichen, doch wird die Verschiedenheit bei entsprechend proportionirter Ladung nicht bedeutend ausfallen können; was durch die nach Versuchen ermittelten Bohrungslängen der bestehenden gezogenen Rohre zur Genüge bestätiget wird.

Im J. 1857 wurde zu La Fère vom französischen Artillerie-Komité ein komparativer Versuch zur Bestimmung der Bohrungslänge durchgeführt.

Diesem Versuche wurden 3 gezog. 4-Pfdr. (3·284″ Bohrungsdurch-

messer) von 1·73^{m} (65·68″ W. M.), 1·40^{m} (53·15″ W. M.) und 0·80^{m} (30·37″ W. M.) Bohrungslänge unterzogen. Nach den erlangten Mittelresultaten hatte man Kurven konstruirt, welche die Beziehungen zwischen den Seelenlängen und den bei verschiedenen Pulverladungen erreichten Distanzen versinnlichten.

Man gelangte auf diese Weise zur Erkenntniss, dass die Länge von 1·40^{m} sich für den Feld-4-Pfd. (von 86·5^{mm} Bohrungsdurchmesser) vortheihafter erweiset, als jene von 1·73^{m}.

Bei der Herabsetzung der Seelenlänge auf 1·40^{m}, wobei die Schussrichtigkeit nicht beeinträchtiget wird, gewinnt man nicht nur eine Erleichterung des Rohres, sondern man kann auch, ohne die Schusswirkung zu verringern, die Pulverladung um 110 Grammes vermindern. Die Schussresultate aus dem Feld-4-Pfdr. bei einer Pulverladung von 550 Grammes (nahe 1 Pfd. W. G.) liessen die Seelenlänge von 1·32^{m} (50·11″ W. M.) als diejenige erkennen, welche die besten Erfolge verspreche, und die dem fünfzehnfachen Bohrungsdurchmesser gleich käme.

Bei einem anderen Versuche mit zwei 12pfd. Rohren (mit 6 Zügen nach La Hitté, 4·57″ Bohrungsdurchmesser, und einem Drallwinkel von 5^{0} 1$^{2}/_{3}$′) zeigte sich bei 2·5 Pfd. ($^{1}/_{8}$ geschossschwerer) Ladung die Bohrungslänge von 14·2 Seelendurchmesser des 1. Rohres mit Bezug auf die Anfangsgeschwindigkeit günstiger als jene des 2. Rohres von 22·8 Seelendurchmesser; allein das letztere Rohr zeigte eine bedeutend grössere Treffsicherheit. (In dem 1. Rohre machte der Drall nur 0·4, im 2. dagegen 0·6 Umdrehung. — Durch die Vergrösserung des Drallwinkels auf 6^{0} 43$^{1}/_{2}$′ fielen die Schussweiten bei beiden Rohren geringer aus.)

Bei den mit gezogenen Rohren in den Jahren 1858 bis 1862 durchgeführten Versuchen des österreichischen Artillerie-Komité's wurden die nachstehenden Bohrungslängen bei den angegebenen gezogenen Rohren als die entsprechendsten erkannt, und zwar:

Bei den 3-, 4- und 8pfd. Bogenzug-Geschützen nahezu der 15fache, — bei der 3-, 4- und 8pfd. Schiesswoll-Kanone nahezu der 13fache, bei der 6- und 12pfd. Feldkanone (System 1860) nahezu der 15fache, und schliesslich bei der 6-, 12- und 24pfd. Batteriekanone (Hinterladungsgeschütz) nahezu der 22fache Bohrungsdurchmesser des entsprechenden Kalibers. (Hievon entfällt jedoch bei den letzteren Rohren nahe 3$^{1}/_{2}$ Kaliber für den Verschluss.)

Die Bohrungslänge gezog. Vorderladungs-Rohre des Feldgeschützes liegt im Allgemeinen zwischen 14 und 16 Bohrungsdurchmessern, jene der Hinterladungs-Rohre zwischen 15 und 23 Kaliber, doch finden sich in England, wie aus nachstehender Tafel ersichtlich, selbst Rohre, die 28 Kaliber Bohrungslänge erreichen.*) In England scheint für die grössere Bohrungslänge die Ansicht gesprochen zu haben, dass durch eine grössere Umdrehung des Dralles im Rohre die Wahrscheinlichkeit des Treffens erhöht wird. (Bei engl. Geschützrohren macht der Drall selbst bis zu 1$^{3}/_{4}$ Umdrehungen im Rohre.)

Die Länge der ganzen Bohrung und des gegogenen Bohrungstheiles der österr. Geschützrohre ist aus Tafel 3 und 4, §. 127, zu entnehmen.

*) Auch die amerikanische 30 pf. Batterie-Kanone (System Parrott) hat 28·4 Kaliber Bohrungslänge.

In der nachstehenden Tafel sind die Bohrungslängen einiger erprobter Geschütze fremder Artillerien angegeben.

Gegenstand *)		4	4	6	6	12	24	6	12	20	40	70	100	1	6	32	12	80
		pfündige																
		franz.	schweiz	preussische				englische										
		Feld-			Batterie-									Gebirgs-	Feld-	Schiffs-	Batterie-	
		Kanone des Systems																
		La Hitté	Müller	1861	1860			Armstrong						Whitworth**)				
		mit Vorderladung		mit Hinterladung										m. Vorderldg.			Hinterladung	
Bohrungs-Länge	in Kalib.	16	15·3	19	19	19·6	17·5	21·2	24·5	22·4	22·3	15·4	14·2	30·3	27·8	20	28·6	23·6
Bohrungs-Länge	in Zollen	53·25	48·97	66·4	66·4	91·77	100·87	53	73·5	84	106	98·5	99·5	45·5	69·5	80	89·65	113·78
Bohrungs-Durchmesser	in Zollen	3·3	3·21	3·5	3·5	4·67	5·78	2·5	3	3·75	4·75	6·4	7	1·5	2·5	4	3·13	4·82
Dralllänge	in Zollen	84·33	97·72	178·7	178·7	238·3	357·4	75	114	132	176	204	259	20	40	75	57·8	115·7

*) Bei den amerikanischen 10-, 20-. 30-, 100- und 200-Pfdr. (des Systems Parrott) beträgt die Bohrungslänge 67·5, 76·1, 115·7, 125·3 und 131·1 Zoll. — Der 30-Pfdr. Schiffgeschütz hat nur eine Bohrungslänge von 93·1". Der 60-Pfdr. Batteriegeschütz besteht erst im Projekte. Der 300-Pfdr. hat 9·7" Bohrungsdurchmesser, 138·8" Bohrungslänge und 15 Züge. Die Geschütze sind nach dem wirklichen Gewichte des zugehörigen Vollgeschosses benannt.

**) Die Hinterlader mit Spielraum und Eisengeschossen ohne Mantel.

Metallstärke des Rohres.

§. 114. Bei der Betrachtung der Metallstärke des glatten Rohres wurde gesagt, dass dieselbe im wesentlichen: von der Kraftäusserung des Triebmittels, — der Widerstandsfähigkeit des Erzeugungsmaterials des Rohres, — von dem Verhältnisse der Ladung zum Geschossgewicht, — von der Einwirkung des Rohres auf das Gestelle beim Schusse mit Beziehung auf das Gewicht desselben, — und beim Batterie- und Schiffsgeschütz überdies von der Schwerpunktslage des Rohres abhängig sei.

Obwohl nun auch bei der Bestimmung der Metallstärke gezogener Rohre vorangehend jene Grundsätze zur Erwägung kommen, welche bei glatten Rohren massgebend sind, so kommen doch bei ersteren noch insbesondere die nachstehenden Punkte zu berücksichtigen:

1. Das grössere Gewicht der Geschosse; —

2. der verzögernde Einfluss, welchen die Form, die Führungsleisten oder Warzen, die Mäntel, oder die Expansions- oder Kompressions-Einrichtung der Geschosse auf die fortschreitende Bewegung derselben im Rohre ausüben; —

3. der Widerstand, den das Profil und der Drall der Züge der anfänglichen Bewegung des Geschosses entgegensetzen; —

4. der verminderte oder ganz aufgehobene Spielraum; —

5. die grössere Beachtung, welche unter den obigen Verhältnissen das anzuwendende Triebmittel in Anspruch nimmt; — und

6. bei Hinterladungsrohren die Pressung der Materie der Umhüllung des Geschosses (des Mantels, Spiegels etc.).

Schon eine flüchtige Erwägung der obigen Punkte lässt erkennen, dass gezogene Rohre eine grössere Metallstärke und dies besonders nächst dem Verbrennungsraume der Ladung fordern; — und dass, wenn man die mit einer Vergrösserung der Metallstärke verbundenen Nachtheile vermeiden will, es geboten ist bei ihnen eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Rohrmaterials zu erzielen. Weiters muss auf eine gleich grosse Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, bei demselben Kaliber mit glatter und gezogener Bohrung, in vorhinein verzichtet werden, und man muss sich bei gezogenen Rohren mit einer kleineren Anfangsgeschwindigkeit begnügen, welche mit einer kleineren Ladung zu erreichen ist.

Gehen wir nun eingehender auf die oben erwähnten Punkte über.

1. Metallstärke mit Bezug auf das grössere G e w i c h t d e r G e s c h o s s e bei gezogenen Kanonen. Das Gewicht des Geschosses ist hier gegen jenes desselben Kalibers mit glatter Bohrung, beim Feldgeschütze nahe doppelt — beim Batteriegeschütze mit Hinterladung nahe $2\frac{1}{2}$ bis 3mal so gross. Dass unter Anwendung gleicher Ladungen bei einem nahezu gleichen Bohrungsquerschnitt am Verbrennungsraume der Ladung — welcher hier eine besondere Rücksicht verdient — der Widerstand, welchen ein 2 bis 3mal schwereres Geschoss der Ausdehnung der Gase entgegensetzt, den Druck derselben auf die Bohrungswände in bedeutendem Masse erhöht, und daher eine grössere Metallstärke des Rohres fordert, wenn dasselbe der Expansion der Gase einen gleichen Widerstand wie beim glatten Rohre entgegensetzen soll, ist unzweifelhaft.

Um der beträchtlichen Vergrösserung der Metallstärke bei gezogenen

Rohren auszuweichen, wurden daher die anzuwendenden Pulverladungen herabgesetzt; — so zwar, dass beispielsweise die grösste Ladung:

beim glatten Feld-	6-Pfdr.	2 Pfd.,	—	beim gezogenen	1	Pfd.	8	Lth.
„ „ „	12 „	3 „	—	„ „	2	„	16	„
„ „ Baterie-	6 „	2 „	—	„ „	1	„	2	„
„ „ „	12 „	4 „	—	„ „	1	„	31	„
„ „ „	24 „	7 „	—	„ „	3	„	27	„

beträgt.

Woraus zu ersehen ist, dass man sich gleich von Haus aus bei gezogenen Rohren mit einer kleineren Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses begnügt hat, um einer grösseren Metallstärke auszuweichen.

2. Metallstärke mit Bezug auf den verzögernden Einfluss, den die Form, die Führungsleisten oder Warzen, die Mäntel, oder die Expansions- oder Kompressions-Einrichtung der Geschosse auf die fortschreitende Bewegung derselben im Rohre ausüben.

Was die Form des Projektils betrifft, so ist zu beachten, dass die Oberfläche des Langgeschosses mit einer weit grösseren Zahl von Punkten mit der Bohrungswand in Berührung tritt als jene des Rundgeschosses, dass somit die Reibung verzögernder auf die Bewegung des Langgeschosses einwirkt und die Raumvergrösserung für die Ausdehnung der Pulvergase langsamer fortschreitet, daher die Spannung derselben wächst und eine grössere Widerstandsfähigkeit der Bohrungswände resp. eine grössere Metallstärke fordert.

Diese Wirkung wird noch durch angebrachte Leisten oder Warzen an der Geschossoberfläche erhöht, und bei Mänteln von weicherem Metalle wegen der gegenseitigen innigeren Berührung der Oberfläche des Geschosses und der Bohrungswand im bedeutenden Masse gesteigert.

Um bei der Bestimmung der Metallstärke dem Drucke oder Stosse Rechnung zu tragen, welchen das Geschoss mit seinen Zapfen oder Leisten während der Bewegung im Rohre auf die Führungsflächen der Züge ausübt, dürfte es genügen, wenn man zu dem Drucke $P = \pi r^2 p$ der Pulvergase, den gesammten Druck q der Geschosszapfen auf die Führungsflächen der Züge addirt.

In dem Ausdrucke $P = \pi r^2 p$ ist r der Halbmesser, πr^2 der Querschnitt der Bohrung und p der Druck der Pulvergase auf die Flächeneinheit dieses Querschnittes (Siehe §. 36. — Bekanntlich ist P auch gleich $\frac{1}{2} M C^2$, wobei M die Masse des Geschosses und C seine Geschwindigkeit bedeutet); weiters ist $q = P \sin. \alpha$, wobei α der mittlere Drallwinkel ist. (Siehe §. 102 und 103.)

(Eigentlich suchen die Zapfen oder Leisten des Geschosses das Rohr dort, wo sie in den Zügen angreifen, aufzudrehen oder entgegen dem Dralle aufzuwinden.)

Bei der Geschossexpansion oder Kompression trägt die durch die Ausdehnung der Pulvergase bewirkte Anpressung einzelner Theile der Geschossoberfläche zur Erhöhung der Reibung bei, wodurch die Forderung einer grösseren Metallstärke um so mehr hervortritt.

3. Metallstärke mit Bezug auf den erhöhten Widerstand, den bei gezogenen Rohren das Profil und der Drall der Züge der anfänglichen translatorischen Bewegung des Geschosses entgegensetzen. Wenn man auch dem Zugprofile und der Form der Geschossleisten oder Warzen die entsprechendste Gestalt gibt, so ist eine erhöhte Reibung, mit Bezug

auf das glatte Rohr, beim Durchgang des Geschosses durch das Rohr doch nicht zu vermeiden, in Folge deren eine Verzögerung der Geschoss-Bewegung und daher eine Erhöhung der Gasspannung im Ladungsraume eintritt, die auf eine grössere Metallstärke des gezogenen Rohres hinweist.

Obwohl weiters bei der Festsetzung des Verhältnisses der Winkelgeschwindigkeit des Geschosses (der Dralllänge) und seiner Anfangsgeschwindigkeit der möglichst kleinste Drall der Züge gewählt wird, welcher noch einen stetigen Flug des Geschosses ergiebt, d. i. ihm die nöthige Winkelgeschwindigkeit sichert; — so erzeugt doch selbst der kleinste anzuwendende Drall, indem er das Geschoss zwingt die Rotation anzunehmen, zwischen den Führungsflächen des Geschosses und jenen der Züge eine beträchtliche Reibung, welche die translatorische Bewegung des Projektiles verzögert und so in der früher besprochenen Weise eine Vergrösserung der Metallstärke bedingt.

Je grösser der angewendete Drall wird, desto mehr tritt diese Forderung auf, und kann nur durch eine Verkleinerung der Ladung gemindert werden.

4. Der verminderte oder ganz aufgehobene Spielraum.

Bei den Vorderladungsgeschützen mit Schraubenbohrung ist eine Verminderung des Spielraumes nicht eingetreten, wohl aber bei jenen mit der Excenter-Bogenzug- und der Keilbohrung; — es treten daher bei letzteren alle jene auf die Metallstärke bezugnehmenden Folgerungen in Wirksamkeit, welche bei einem sehr kleinen Spielraume im früheren besprochen wurden. —

Sie weisen sämmtlich auf eine grössere Metallstärke hin.

Bei der gänzlichen Beseitigung des Spielraumes, welche bei Hinterladungsrohren eintritt, ist das Entweichen des Pulvergases auf das Zündloch beschränkt (wenn man einen gasdichten Abschluss der Bohrung durch die Verchlussvorrichtung voraussetzt) und daher die Spannung der Gase im Momente der Entzündung eine sehr grosse. Wenn daher bei diesen Rohren gleiche Ladungen wie bei glatten in Anwendung kämen, so würde dies eine Metallstärke bedingen, welche die bei glatten Rohren entsprechende bei weitem übertrifft, und die Geschütze daher übermässig schwer und für ihren Zweck ungeeignet machen.

Um diesem Uebelstande auszuweichen, hat man (wie Armstrong, Blackely, Longridge u. A.) der Geschützmaterie eine höhere Widerstandsfähigkeit durch die technische Erzeugung des Rohres oder durch Anwendung von Gussstahl (Krupp, Besemer etc.) gegeben, oder man hat die Geschützladungen bei diesen Rohren vermindert. (In Oesterreich wurden dieselben nahe auf die Hälfte herabgesetzt.)

Bei Geschützen mit Expansions- oder Kompressions-Geschossen treten ähnliche Verhältnisse auf.

5. Was den Einfluss des Triebmittels auf die Metallstärke betrifft, so erwähnen wir hier insbesondere die bei den Geschützen mit Keilbohrung in Anwendung gekommene Schiesswolle, nachdem dieselbe ein höheres Interesse in Anspruch nimmt.

Dieses Präparat, welches eine nahe 3fache Kraftäusserung im Vergleiche zum Schiesspulver entwickelt, verbrennt überdies sehr rasch, was bei der Trägheit der Materie der Geschosse und den Hindernissen, welche der anfänglichen Bewegung derselben nach der Richtung der Rohrachse

entgegenstehen, eine sehr grosse Spannung der Gase der Schiesswolle bedingt, die ihrerseits wieder eine grosse Metallstärke fordert.

Daher bei den 3pfd. Schiesswollgeschützen auch nur die $11^3/_8$ Loth Schiesspulver äquivalente Ladung von 4 Loth Schiesswolle, bei den 4pfd. auch nur die $21^3/_4$ Loth Schiesspulver äquivalente Ladung von $7^3/_4$ Loth Schiesswolle, und bei den 8pfd. die $39^1/_4$ Loth Schiesspulver äquivalente Ladung von $14^1/_4$ Loth Schiesswolle in Anwendung kömmt; während den Geschützen von gleichem Kaliber mit glatter Bohrung die Ladung von 1 Pfd., $1^1/_3$ Pfd. und $2^1/_3$ Pfd., d. i. nahezu die doppelten Ladungen entsprechen würden, und bei den Bogenzug-Pulvergeschützen gleichen Kalibers beziehungsweise die Ladungen von 12, 30 und 53 Loth in Verwendung kommen. Ueberdies haben die Schiesswoll-Rohre eine grössere Metallstärke am Bodenstücke als jene der Bogenzug-Geschütze, welche jedoch wegen der raschen Verbrennung der Schiesswolle gegen die Mündung zu beträchtlicher abnimmt. Im Allgemeinen verlangen brisanter wirkende Triebmittel grössere Metallstärken, oder eine grössere Widerstandsfähigkeit der Rohrmaterie, wenn dieselben gleiche ballistische Effekte hervorbringen sollen, wie minder brisant wirkende Schiesspräparate.

6. Was schliesslich den letzten Punkt, d. i. den Einfluss der Pressung des Geschoss-Mantels (durch die Bohrungswände, an den Geschosskern) auf die Metallstärke betrifft, so ist die dadurch bedingte erhöhte Reibung der Geschossoberfläche und der Bohrungswand, welche selbst zum Abschälen des Mantels oder Bersten des Geschosses führen kann, wesentlich von dem Unterschiede des Geschoss- und Bohrungsquerschnittes und von der Zusammendrückbarkeit der Materie des Mantels abhängig. Ist dieser Unterschied bedeutend (der Querschnitt des Geschosses grösser als jener der Bohrung) und die Zusammendrückbarkeit gering, so ist der Widerstand, welcher der fortschreitenden Bewegung des Geschosses durch die Reibung entgegengesetzt wird, beträchtlich und die Spannung der Gase, deren Ausdehnung beschränkt wird, ist bedeutend, so dass der Druck derselben auf die Bohrungswände eine grosse Widerstandsfähigkeit resp. Metallstärke bedingt.

Bei gezogenen Rohren mit Geschoss-Kompression oder Expansion treten ähnliche Verhältnisse ein, wie bei Hinterladungsrohren.

§. 115. Zur Erklärung des Umstandes, dass glatte Rohre, nachdem in ihre Bohrung Züge eingeschnitten wurden, beim Gebrauche von Langgeschossen eine noch genügende Widerstandsfähigkeit und Ausdauer beziehungsweise Metallstärke zeigen, soll hier das Nachfolgende erwähnt werden. Die gezogenen Rohre schiessen Projektile, die 2 bis 3mal schwerer sind als die Rundgeschosse von gleichem Kaliber, ferner ist die grösste Ladung derselben ungefähr $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ des Geschossgewichtes, was nahezu $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Gewichtes eines Rundgeschosses von demselben Kaliber entspricht, sonach sind die Pulverladungen der gezogenen Rohre vergleichsweise fast eben so gross, als die der glatten von gleichem Bohrungsdurchmesser, dem gemäss werden auch den gezogenen Rohren, welche diesen Verhältnissen entsprechen, dieselben Metallstärken zukommen, welche den glatten Rohren von gleichem Bohrungsquerschnitte und gleichem Erzeugungsmateriale genügen.

Diese Verhältnisse werden es erklären, warum jene Rohre noch hinreichenden Widerstand und Ausdauer besitzen, welche früher im glatten

Zustande runde Projektile schossen und welche durch das Einschneiden von Zügen in gezogene Rohre umgestaltet wurden, bei denen man jetzt mit verhältnissmässigen Ladungen, ohne das Zerspringen des Rohres zu befürchten, Langgeschosse verwendet.

Das Bestreben der geforderten grossen Metallstärke der Hinterladungs-Rohre, welche wesentliche Nachtheile im Gefolge hat, auszuweichen, führte wie gesagt, nicht allein auf eine Herabsetzung der Geschützladung, sondern auch zu den ausgedehntesten Versuchen den Rohren bei gleicher Metallstärke, durch die Anwendung einer anderen Geschützmaterie (wie z B. Gussstahl), durch eine Veränderung im Gussverfahren oder schliesslich durch die Art der technischen Erzeugung (wie z. B. die Fabrikation der Armstrong'schen Geschützrohre, jene der Rohre von Blackely, Longridge u. A.) eine erhöhte Widerstandsfähigkeit zuzuwenden. — (Wir kommen hierauf bei der — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Widerstandsfähigkeit" — nochmals zurück.)

Bei den österreichischen eisernen Hinterladungsrohren ist die Widerstandsfähigkeit, bei Benützung der vortrefflichen Mariazeller Eisenflossen und dem durch Oberst-Lieutenant von Uchatius der technischen Artillerie verbesserten rationellen Gussverfahren, welches bei der Erzeugung dieser Rohre zur Anwendung kommt, auf einen hohen Grad gebracht; überdies sind die Geschützladungen gegen jene bei glatten Rohren von gleichem Kaliber gebräuchlichen nahe auf die Hälfte herabgesetzt.

Die Ungewissheit über die absolute Kraft des Pulvers und über die Gesetze, nach welchen die Gasspannung in der Bohrung gezogener Rohre abnimmt, sowie die unvollständige Kenntniss anderer auf die Kraftäusserung der Ladung Einfluss übender Umstände, schliesslich die Unbestimmtheit über die Einwirkung der in den obigen Punkten, §. 114, angegebenen Elemente auf die Metallstärke des gezogenen Rohres (von welchen dieselbe eine Funktion ist), gestatten es bei gezogenen Rohren umsoweniger die Metallstärke des Rohres blos auf theoretischem Wege zu bestimmen, und es muss daher zu ihrer endgiltigen Feststellung immer der Weg des Versuches eingeschlagen werden.

Die Metallstärke der gegenwärtig eingeführten gezogenen Rohre ist aus Tafel 3 und 4, §. 127, zu entnehmen.

Verschlussvorrichtung bei Hinterladungs-Rohren.

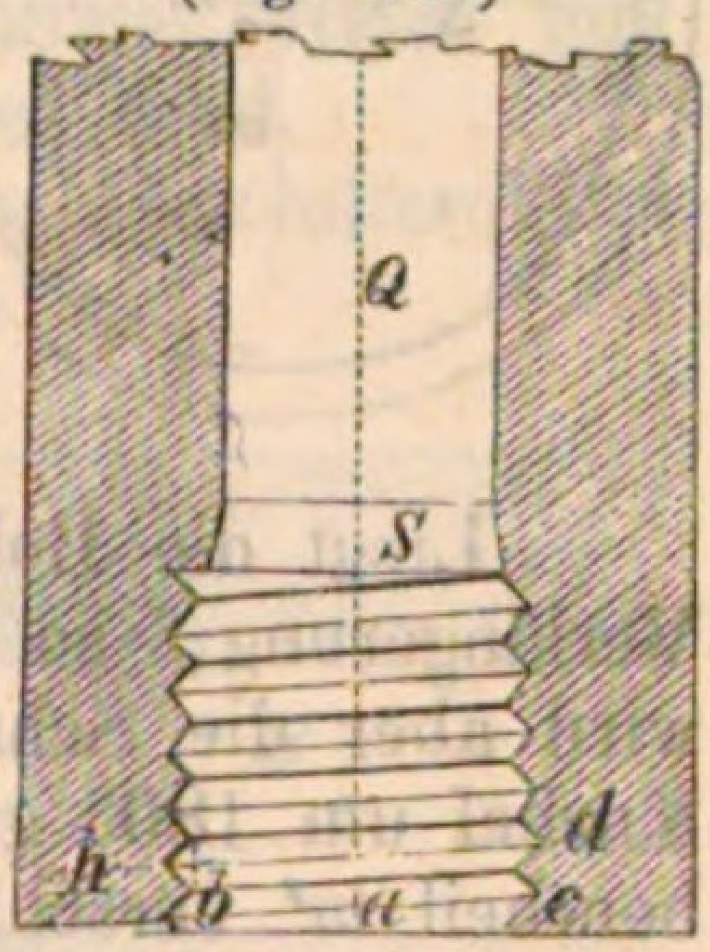
§. 116. Es liegt in der Natur der Hinterladungsrohre begründet, dass dieselben zum Laden hinten geöffnet und nach dem Laden wieder geschlossen werden müssen. Der zu diesem Zwecke nöthige Mechanismus, welcher einen wesentlichen Bestandtheil des Rohres bildet, heisst Hinterladungs- oder Verschlussvorrichtung, Verschlussapparat oder auch kurzweg Verschluss. Der einfachste Verschluss eines solchen Rohres besteht in einem Keile oder einem Riegel (Prisma), welcher in eine quer durch die Rohrwände gemachte Oeffnung eingeschoben wird, und dadurch rückwärts die Bohrung abschliesst.

Diesen Verschlussmechanismus findet man schon bei den alten Rohren, den sogenannten Keilstücken, im 16. Jahrhundert, mit vielfachen Modifikationen angewendet, und selbst in der neuesten Zeit hat er sich durch zweckmässige Anordnung wieder Geltung verschafft.

Damit der Stoss der Pulvergase nicht unmittelbar auf den Quer-

riegel ausgeübt und dieser nicht durch die Pulverrückstände belegt werde, wird demselben ein beweglicher Stossboden (Verschlusskolben) vorgelegt; wobei der Querriegel gewöhnlich eine cylindrische Gestalt erhält. Der Verschlusskolben wird entweder mit einer trennbaren Stange in den rückwärtigen Theil der Bohrung eingeführt, oder er hat zu diesem Zwecke eine Verlängerung mit Angriff etc. und kann nach dem Einschieben des Querriegels festgelagert werden. Das Entweichen der Pulvergase durch die Fugen der Verbindungsstellen wird durch einen am vorderen Theile des Verschlusskolbens angebrachten elastischen Ring oder durch ein anderes der weiter unten beschriebenen Mittel verhindert.

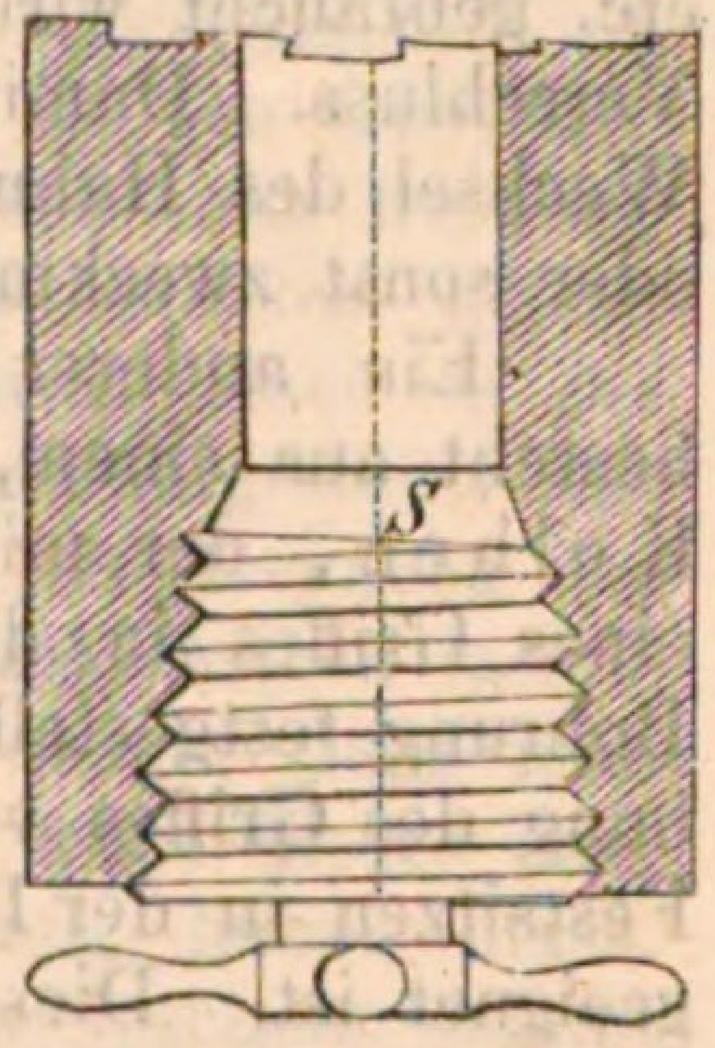
(Fig. 102.)



Wird statt des Querriegels ein Keil als Verschluss angewendet, so ist der Kolben entbehrlich. Der Keil muss jedoch in sein Lager gut passen und durch eine Schraube etc. hineingedrückt und beim Entfernen gelockert (gelüftet) werden.

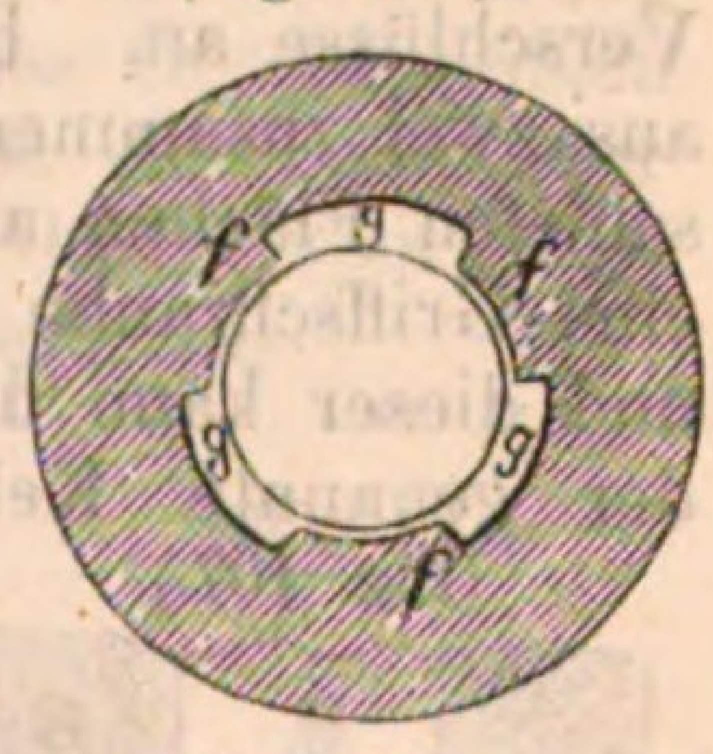
Ebenso einfach wie der Riegel- und der Keilverschluss, ist der S c h r a u b e n v e r s c h l u s s, der darin besteht, dass man eine cylindrische oder konische Schraube *S*, Fig. 102 und 103, als beweglichen Stossboden in das mit entsprechenden Gewinden versehene Bohrungsende des Rohres einschraubt.

(Fig. 103.)

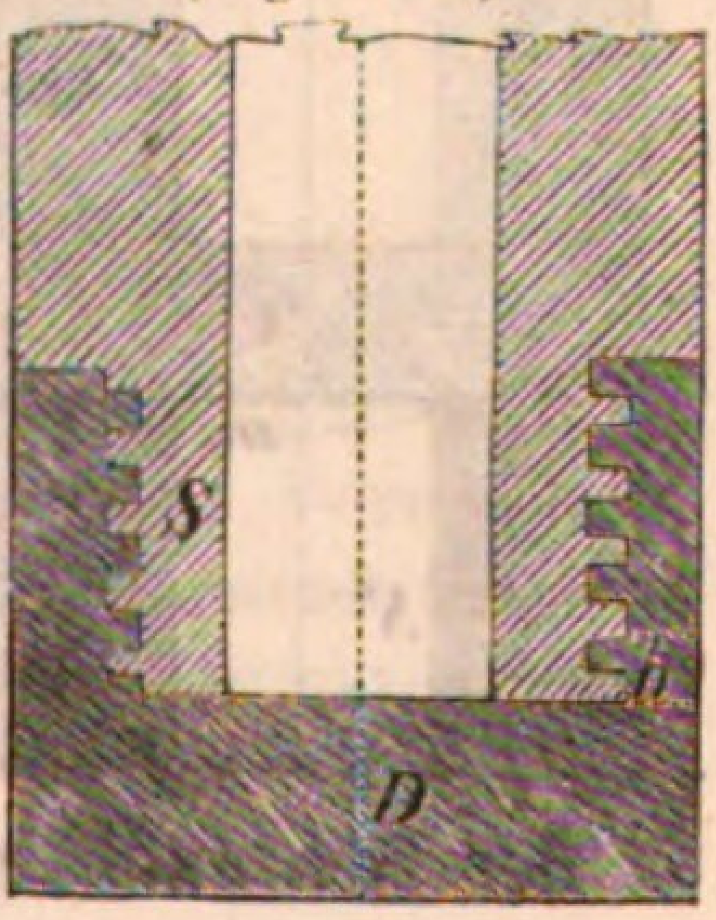


Um das zeitraubende Ein- und Ausschrauben der cylindrischen Schraube zu umgehen, hat man sowohl an der Schraubenspindel als auch an der Schraubenmutter im rückwärtigen Bohrungstheile, Fig. 104, die Gewinde längs der Mantelfläche in gleichen Zwischenräumen derart ausgeschnitten, dass die Breite der noch stehengebliebenen Gewindtheile *f f f* nur etwas geringer ist als die Breite der glatten Felder *g g g*. In diesem Zustande lässt sich die Verschlussschraube, ohne gedreht zu werden, in die Mutter der Bohrung einführen; denn die glatten Felder *g g g* der Mutter, oder der Spindel, gestatten den korrespondirenden Gewindtheilen gegenseitig den Eintritt. Nach dem Einführen der Verschlussschraube genügt eine Drehung derselben um die Breite eines Gewindtheiles, um die Schraube zum Festsitzen und den vorn angebrachten etwas konischen Verschlusszapfen zum festen Anschluss an die Bohrungswände des Rohres zu bringen.

(Fig. 104.)

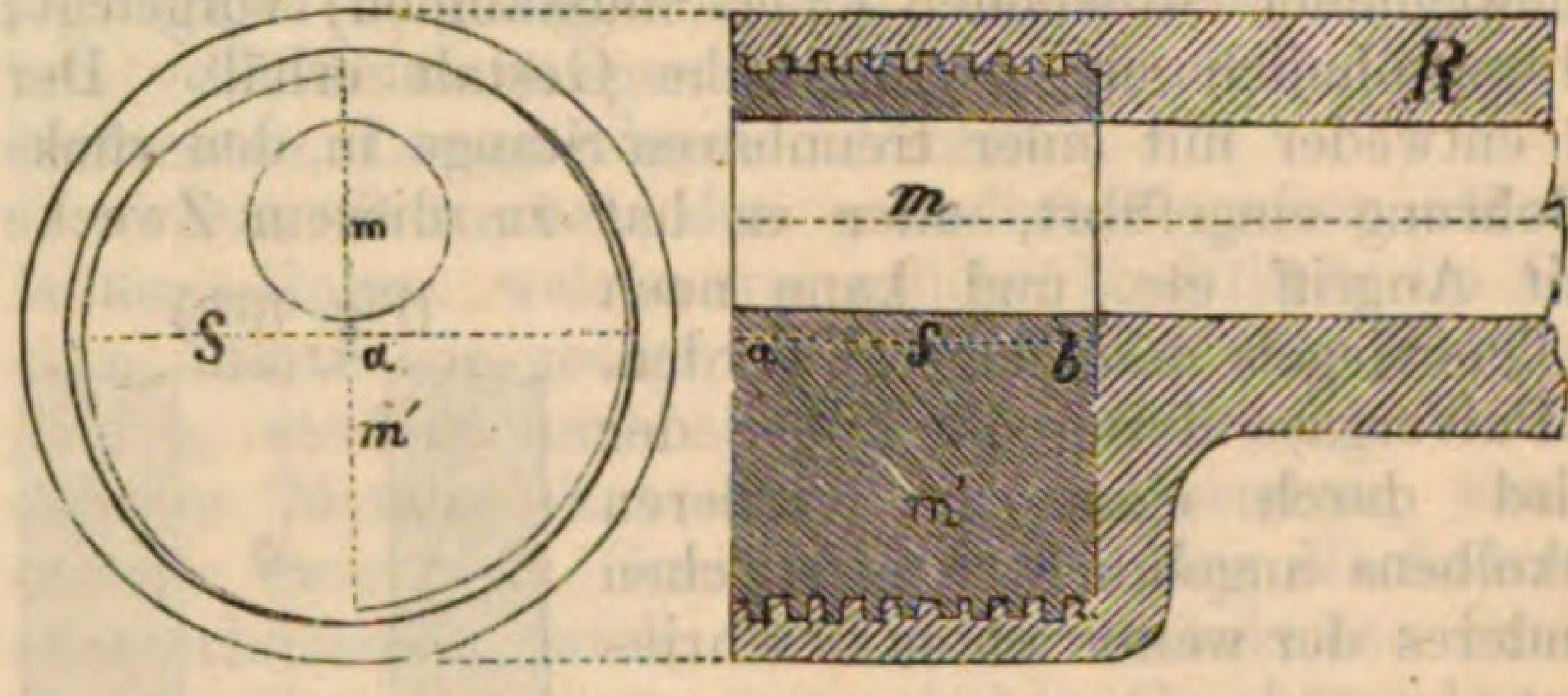


(Fig. 105.)



Der rückwärtige Theil eines Hinterladungsrohres kann selbst als Schraubenspindel *S*, Fig. 105, eingerichtet und als Verschluss ein Deckel *D* mit Muttergewinden angeschraubt werden, der die Bohrung verschliesst. Bei dieser Einrichtung kann der Spindeltheil *S* und die Deckelmutter *D* für die schnelle Manipulation wie vorhin mit korrespondirenden Längen-Ausschnitten an dem Gewinde versehen werden.

(Fig. 106.)



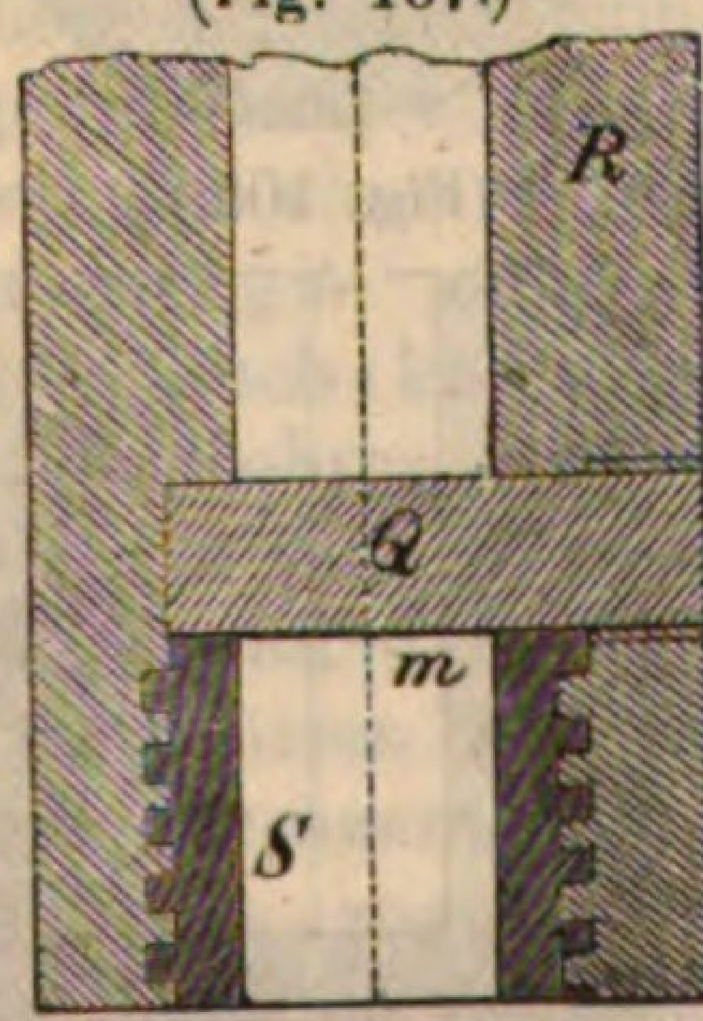
Auch eine excentrisch zur Rohrachse angebrachte Schraube *S*, Fig. 106, lässt sich zu einem Verschlusse einrichten. Wie man sieht, bildet *a b* die Drehachse der Schraube, welche bei *m* ausserhalb dieser Achse durchbohrt ist.

Liegt die Bohrung *m* der Schraube und jene des Rohres *R* in einer Verlängerung, so kann ohne Anstand von rückwärts geladen werden, wird aber die Schraube mit einer bei *a* angebrachten Handhabe oder Kurbel um 180° gedreht, so ist das Rohr durch den massiven Schraubentheil *m'* verschlossen.

Die Pipe oder der Hahn, welcher bei Fässern, Röhrenleitungen etc. gebraucht wird, erlaubt ebenfalls die Anwendung als Hinterladungs-Verschluss. Damit das Gehäuse für den durchbrochenen Wirbel oder Wechsel des Hahnes nicht zu gross ausfalle, kann man denselben theilen oder sonst zweckmässig einrichten.

Ein anderer im Principe sehr einfacher Verschlussmechanismus besteht aus einem, den rückwärtigen Theil der Bohrung verschliessenden Kolben, der mit vorspringenden Theilen versehen, durch die Drehung eines Griffes in den diesen Theilen entsprechenden Ausnehmungen der Bohrung festgestellt wird, oder dessen Durchmesser sich durch die Drehung des Griffes vergrössern oder verkleinern lässt, und der dadurch zum Festsitzen in der Bohrung gezwungen oder zum Herausziehen aus derselben geeignet ist. Diesen einfachen Verschlussmechanismen reihen sich die aus zwei Keilen, oder aus einem Querriegel und einer Schraube zusammengesetzten Verschlüsse an. Bei dem ersteren besteht der prismatische Querriegel aus zwei zusammengesetzen Keilen (*a*, *b*, Fig. 115 *a*), welche mit ihren schiefen Flächen aneinander schleifen. Wird der eine dieser Keile durch eine Griffschraube (*c*) gelüftet, so vermindert sich die Dicke des Riegels und dieser kann dann bequem aus seinem Lager entfernt werden; wird der genannte Keil hingegen nach dem Einsetzen des Riegels in das Querloch des Rohres entgegegesetzt verschoben, so wird die Dicke entsprechend vermehrt und der feste Abschluss der Bohrung hergestellt. Der Riegel braucht beim Laden nur so weit herausgezogen zu werden, bis der durchbrochene Theil (*m*) desselben in die Verlängerung der Bohrung (*m'*) zu liegen kommt.

(Fig. 107.)



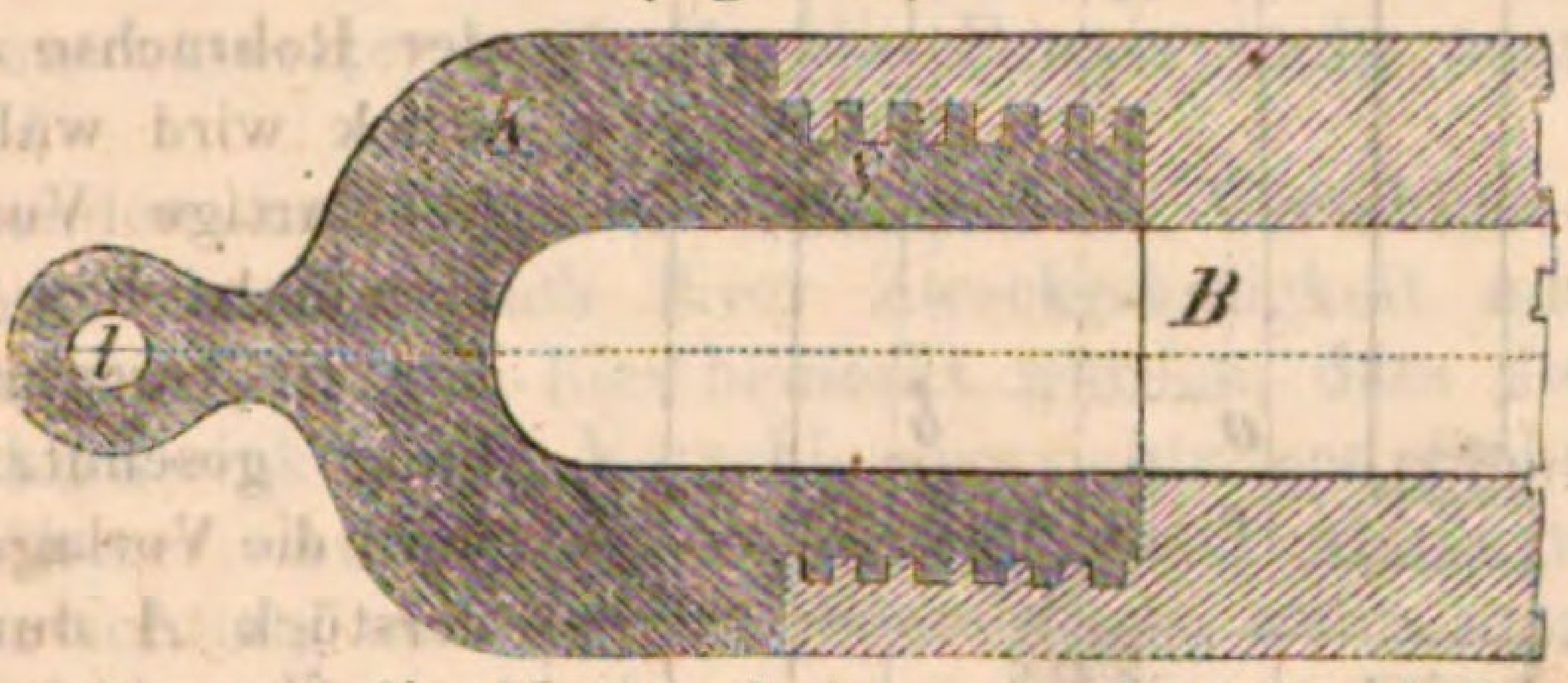
Bei dem zweiten Verschlusse, Fig. 107, wird der Querriegel *Q*, der nicht bis an die entgegengesetzte Seite durch die Rohrwand zu gehen braucht, durch eine hohle Schraube *S* angedrückt. Wird diese Schraube nur etwas gelüftet, so kann man den Querriegel entfernen und das Rohr *R* durch die Höhlung *m* der Schraube von rückwärts laden.

Bei den Querriegelverschlüssen handelt es sich nur darum, den Querriegel in seinem Lager nach dem Laden des Rohres fest schliessend zu machen und denselben nach dem Abfeuern so zu lockern, dass er leicht entfernt werden kann.

Als eine besondere Art der Hinterladung ist die Kammerladung anzusehen. Das Rohr besteht für diese Ladeweise gewöhnlich aus zwei Theilen, von denen der rückwärtige Theil die Kammer bildet und nach dem Laden mit dem vorderen Rohrtheile verbunden wird.

Dieses Princip wurde gleichfalls schon bei älteren Geschützrohren angewendet.

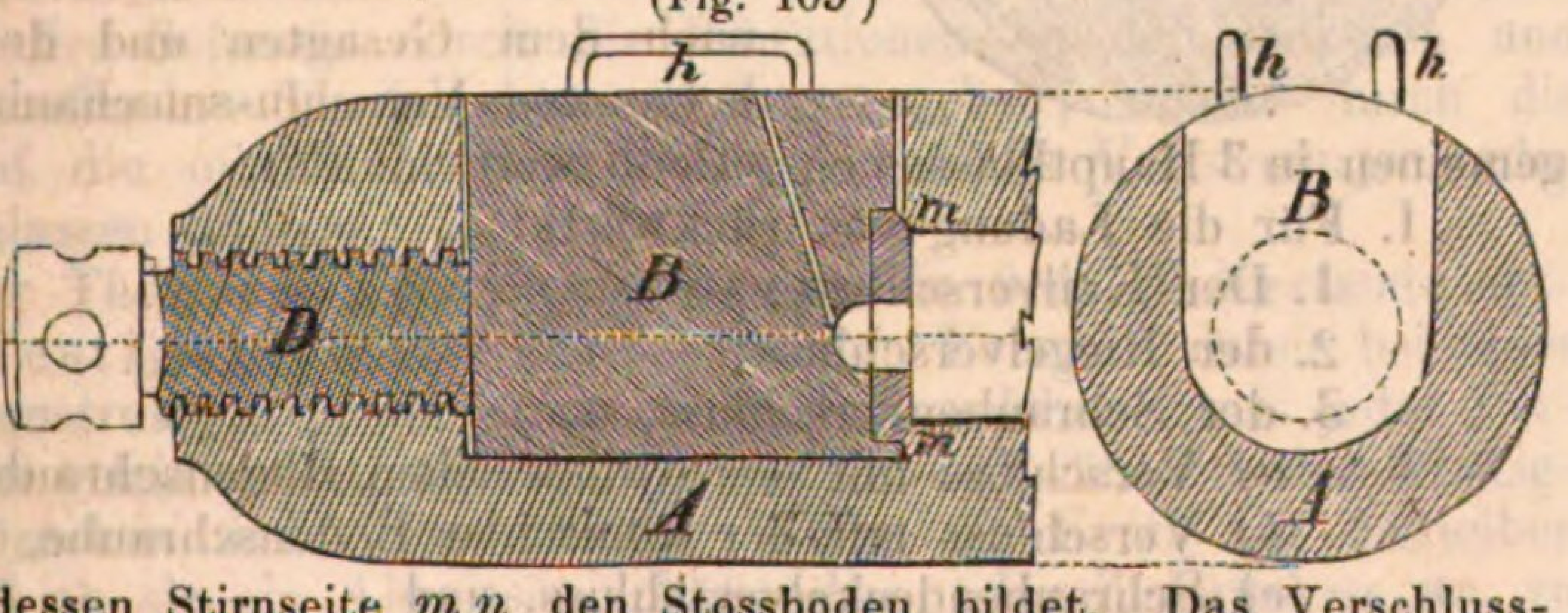
(Fig. 108.)



Eine derlei Kammerladungsvorrichtung besteht beispielsweise aus dem Kammertheil *K*, Fig. 108, welcher vorn ein Schraubengewinde *S* hat und mit diesem in den hinteren Theil der Bohrung *B* eingeschraubt wird, die daselbst mit einer Schraubenmutter versehen ist. Die Schraube und die Mutter haben an den Gewinden 6 korrespondirende Längenausschnitte, damit das Kammerstück ohne Drehung bis zum Anschluss an die hintere Bohrungsfläche geschoben werden könne. Wird dasselbe hierauf um den 6. Theil eines Kreises durch einen in das Traubenloch *l* gesteckten Hebel gedreht, so ist der Verschluss hergestellt. Zur leichteren Handhabung muss sich das Kammerstück nach der Trennung des Gewindeingriffes in einem Schlitten u. dgl. vor- und zurückschieben lassen.

Eine dritte Art der Hinterladung endlich besteht darin, dass man das Rohr von oben oder von seitwärts ladet, wozu dieses entweder oben oder seitwärts eine verschliessbare Oeffnung haben muss. Diese Oeffnung wird so lang gemacht, dass entweder das Geschoss sammt der Patrone, oder doch das Geschoss allein durch dieselbe in die Bohrung des Rohres gebracht werden kann. Im 2. Falle wird das Geschoss nach dem Einbringen vorgeschoben, wodurch sich auch der für das Laden der Patrone nöthige Raum ergibt. Die Breite der Oeffnung hängt vom Bohrungs-Durchmesser ab, und muss etwas grösser als dieser sein.

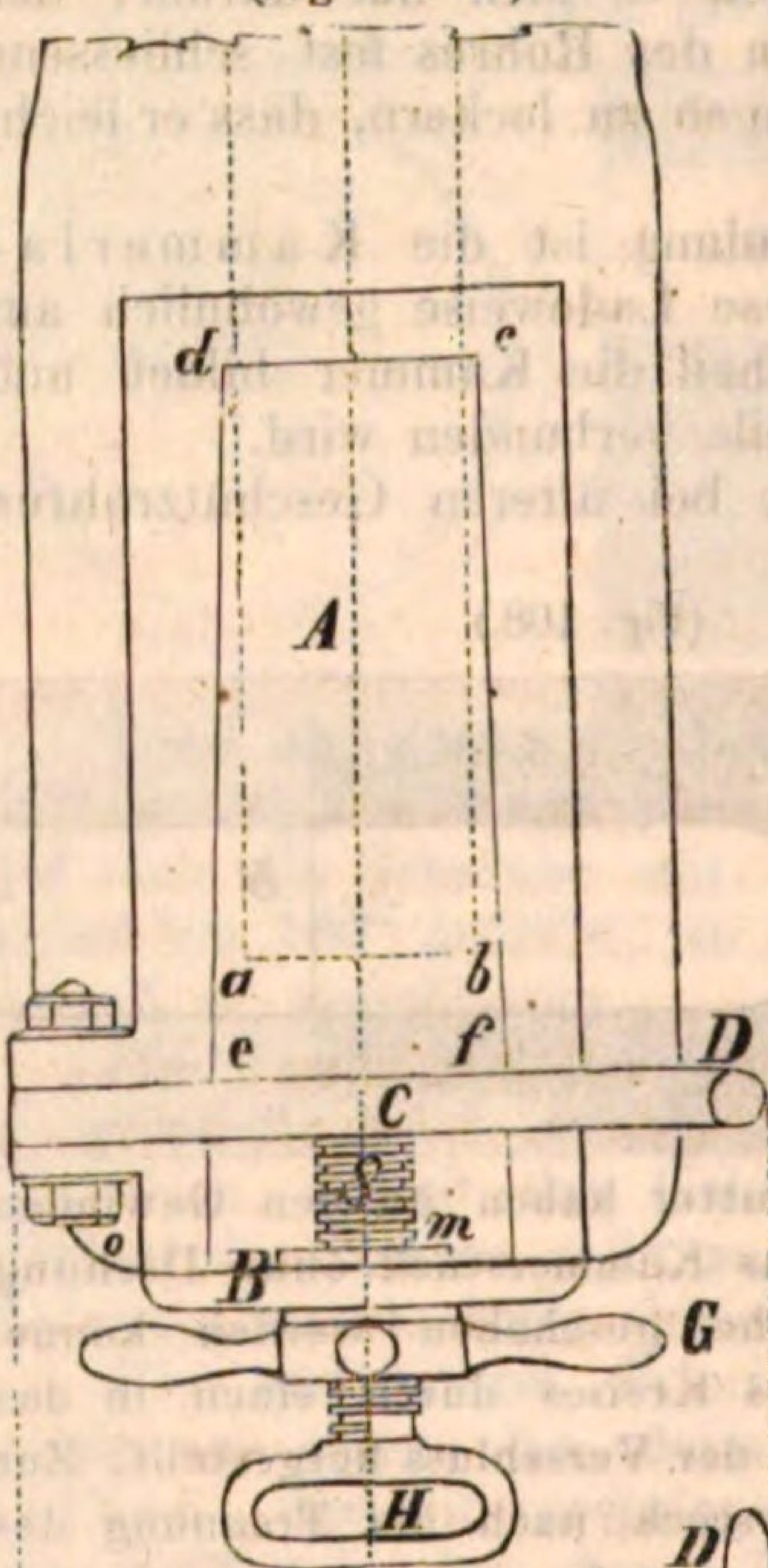
(Fig. 109.)



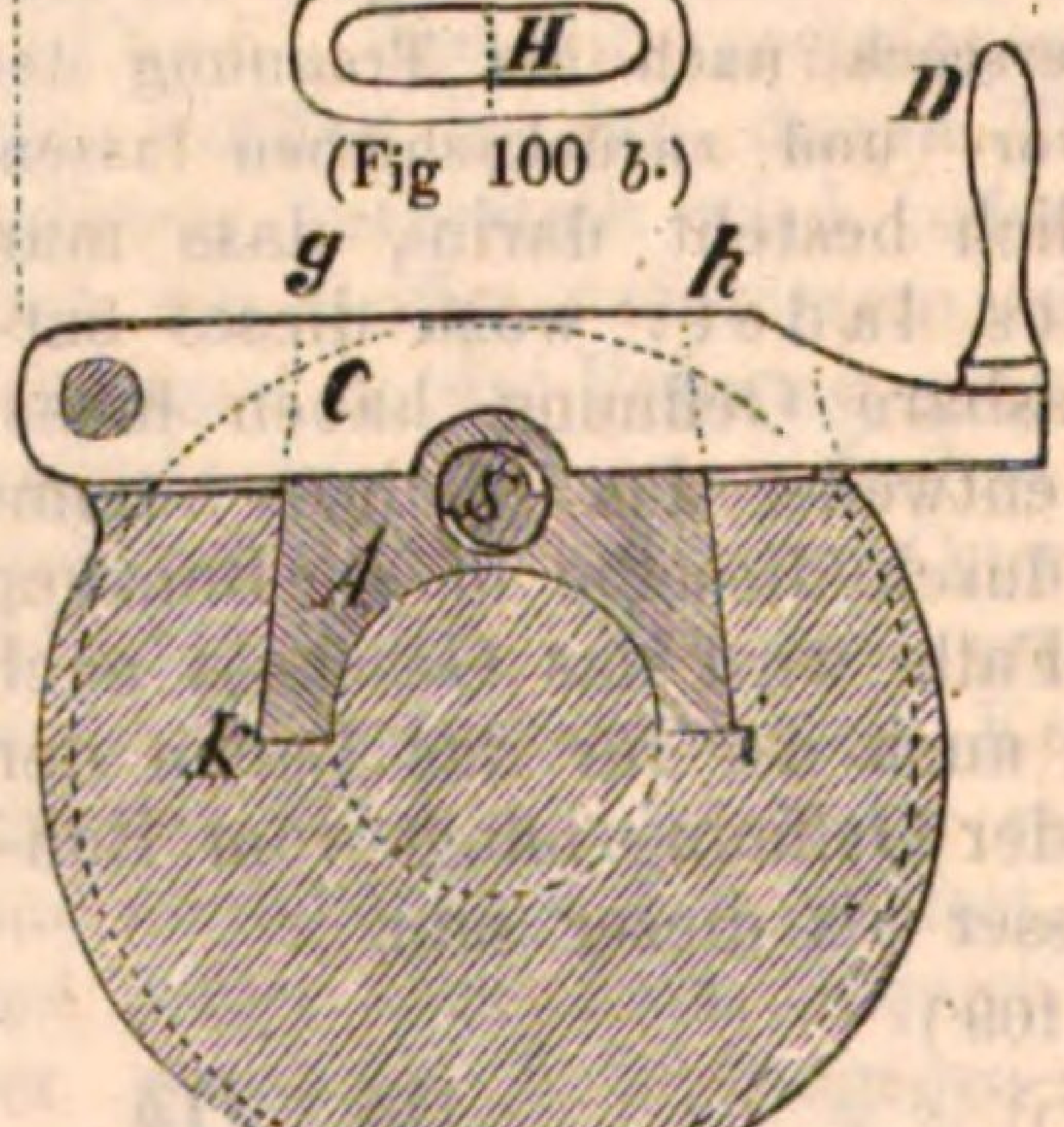
In der Fig. 109 lässt sich die oben im Bodenstücke *A* befindliche Oeffnung nach dem Laden mit einem genau passenden Blocke *B* verschliessen, dessen Stirnseite *m n* den Stossboden bildet. Das Verschlussstück oder der Block *B* hat 2 Handhaben *h h* und lässt sich mittelst einer rückwärts durch die Achse des vollen Bodenstückes gehenden Druckschraube *D* an die hintere Bohrungsfläche *m n* anpressen.

Eine andere Verschlussvorrichtung desselben Principes besteht darin,

(Fig. 110 *a*.)



(Fig 100 *b*.)



dass man das Rohr an der Seite etwas gegen aufwärts am Patronenlager öffnet, jedoch den Stossboden in seiner ganzen Ausdehnung stehen lässt. Fig. 110 *a* versinnlicht die Seitenansicht und Fig. 110 *b* den Querschnitt des Bodenstückes eines solchen Rohres. Nachdem durch diese Oeffnung *a b c d* die Ladung eingebracht wurde, wird sie mit dem Schuberstücke *A* geschlossen, welches einen Doppelkeil *c d e f* und *g h i k* bildet und sich mittelst der Handhabe *H* parallel zur Richtung der Rohrachse bewegen lässt. Das Schuberstück wird während des Schusses durch die hebelartige Vorlage *C*, welche bei *D* eine Handhabe hat und um den Bolzen *l o* drehbar ist, gegen die etwaige Längenverschiebung geschützt. Soll geladen werden, so wird die Vorlage *C* ausgehoben und das Schuberstück *A* durch das Drehen des Griffkreuzes *G* gelockert. Dieses Griffkreuz ist an einer in dem Sattel *B* drehbaren Mutter *m* befestigt, in welcher die mit der Handhabe *H* versehene Schraubenspindel *S* steckt. Wird das gelockerte Schuberstück sammt Sattel und Griffkreuz mittelst der Handhabe *H* nach rückwärts gezogen, so wird die Bohrung an der Seite *a b c d* geöffnet, und das Rohr kann sodann geladen werden.

Wie man sieht, lassen sich alle Verschlussvorrichtungen auf ganz einfache Elemente zurückführen; allein sie werden mehr oder weniger komplicirt, wenn man an dieselben die Forderungen eines dichten und festen Abschlusses, dann einer bequemen und schnellen Handhabung etc. stellt.

Die Verschlussvorrichtungen können nach dem Gesagten und den bis nun zu bekannten Verschlussmechanismen im Allgemeinen in 3 Hauptklassen eingetheilt werden, als:

I. Für die Ladung von rückwärts:

1. Der Keilverschluss; —
2. der Riegelverschluss; —
3. der Schraubenverschluss, u. z.
 a) Verschluss mit der cylindrischen Bodenschraube,
 b) Verschluss mit der konischen Bodenschraube,
 c) Schraubendeckelverschluss, und
 d) Verschluss mit der excentrisch eingesetzten Bodenschraube;
4. der Wirbel- oder Hahnverschluss; endlich
5. der Kolbenverschluss.

Die Verschlussmechanismen mit dem Doppelkeil, dem Querriegel und der

hohlen Schraube etc. gehören eigentlich unter 2., da sie im Principe Riegelverschlüsse sind und sich von diesen nur in der Anordnung für die leichtere Handhabung und den festeren Abschluss der Bohrung unterscheiden.

II. Für die Kammerladung:

1. Der Verschluss mit dem Quercylinder oder Wechsel; —
2. der Verschluss mit der Kammerschraube.

III. Für die Seitenladung:

1. Der Blockverschluss;
2. der Schuberverschluss.

Es ist begreiflich, dass sich die einzelnen Elemente der Verschlussvorrichtungen noch vielfach miteinander kombiniren lassen, jedoch werden letztere dadurch auch zusammengesetzer und für die Praxis mehr oder weniger unbrauchbar.

§. 117. Im Vorangehenden wurden sehr verschiedene Verschlussvorrichtungen angeführt, ohne sie bezüglich ihrer Zweckmässigkeit mit einander zu vergleichen. Es muss deshalb hier bemerkt werden, dass die Brauchbarkeit und die Zweckmässigkeit der Verschlussvorrichtungen mehr oder weniger von deren näherer Anordnung und Ausführung abhängt. Man kann jede Verschlussvorrichtung selbst leicht beurtheilen, wenn man sie bezüglich der Anforderungen an einen guten Verschluss untersucht. Diese Anforderungen, welche hauptsächlich der Konstrukteur bei dem Entwurfe einer neuen Verschlussvorrichtung beachten muss, lassen sich ungefähr in folgende Punkte zusammenfassen.

1. Der Verschluss eines Hinterladungsrohres soll in allen Fällen gasdicht sein. Selbst bei anhaltendem Schiessen dürfen sich dort, wo der Abschluss der Bohrung unmittelbar stattfindet, keine noch so kleinen Spalten oder Fugen ergeben; denn durch dieselben würde das Pulvergas vermöge seiner grossen Spannkraft einen Ausgang nach rückwärts finden, und hiedurch nicht nur dem Geschosse unnützerweise ein Theil der Triebkraft entzogen, sondern hauptsächlich die Zerstörung des Verschlusses eingeleitet werden; ebenso könnten die Verschlusstheile durch den sich ansetzenden Pulverrückstand ihren Dienst versagen. — Finden die Pulvergase am Verschlusse Ausgänge oder Kanäle, so kann durch den Druck derselben leicht das Biegen oder Brechen eines Verschlusstheiles herbeigeführt werden.

2. Alle Verschlusstheile sollen fest auf- und anliegen, damit sich während des Schusses durch die Vibrationen an den lockeren und aufeinander treffenden Theilen keine Stösse ergeben, welche durch die Intensität und die oftmalige Wiederholung ebenfalls Verbiegungen oder Brüche veranlassen können.

3. Jeder Theil des Verschlusses muss eine dem Widerstande entsprechende Festigkeit und Stärke haben. Es muss daher bei einer rationellen Konstruktion genau ermittelt werden, welchen Stoss jeder Verschlusstheil zu erleiden hat, welche Stützpunkte er während der Thätigkeit dieses Druckes findet, auf welche Weise die Kraft auf denselben einwirkt, und ob sie ein Abreissen, Abbrechen oder Zerdrücken etc. zu bewirken strebt. Ebenso müssen die Rohrtheile dort, wo die Theile des Verschlusses Stützpunkte finden, genügende Stärke besitzen; damit sie nicht etwa durch den auf diese Stützpunkte ausgeübten Druck oder Stoss abgerissen werden. Aus diesen Forderungen sieht man, wie nothwendig

es für den Konstrukteur ist, dass er die Festigkeit der Materialien genau kenne, und sich von jedem durch die Pulvergase unmittelbar oder mittelbar ausgeübten Drucke Rechenschaft zu geben wisse.

4. Das Oeffnen und Schliessen der Rohrbohrung soll leicht, rasch und sicher durch die gewöhnliche Bedienungsmannschaft bewirkt, und jeder Verschlusstheil dabei durch einen Mann leicht gehandhabt werden können. Es ist daher nothwendig, schwere Verschlusskolben, Querriegel, Kammerstücke etc. in Ringen, Schleifen, Schlitten etc. anzubringen und die am Verschlusse etwa vorhandenen Schrauben, wenn sie nicht zur beständigen Verbindung irgend welcher Theile dienen, mit entsprechenden Griffen, Handhaben etc. zu versehen, damit dieselben bei ihrer Bewegung nur eine mässige Kraft in Anspruch nehmen.

5. Der Verschluss soll einfach sein; denn je complicirter er ist, desto mehr Aufmerksamkeit erfordert seine Behandlung und desto früher ist seine Beschädigung zu befürchten.

6. Der Verschluss soll das Gewicht des Rohres und die Länge der Bohrung nach rückwärts nicht unnöthiger Weise vermehren, und der Laffetirung des Rohres angepasst sein.

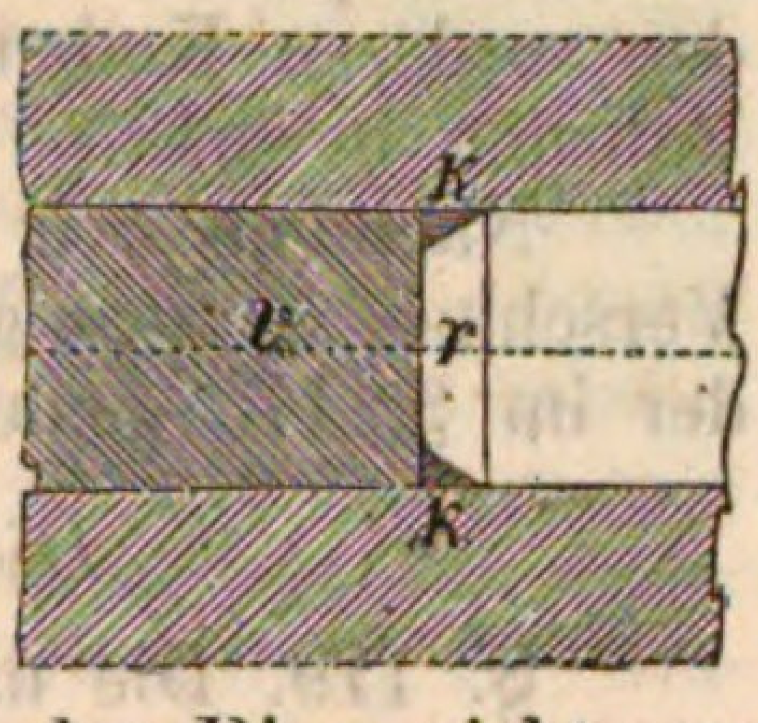
7. Endlich soll der Verschluss eine genügende Ausdauer während des anhaltenden Schiessens besitzen, und, im Falle doch ein oder der andere Theil beschädigt werden sollte, ein leichtes und schnelles Umtauschen des unbrauchbaren Theiles durch ein schon vorgerichtetes Reservestück gestatten.

Aus den hier angeführten Anforderungen an einen guten Verschluss geht hervor, wie schwierig es sei, einen solchen herzustellen.

§. 118. Nach dem oben Gesagten ist der gasdichte Abschluss der Bohrung eine der wesentlichsten Bedingungen eines guten Verschlusses. Diese Bedingung liesse sich nun dadurch erfüllen, dass man die Flächen, welche beim Abschluss mit einander in Berührung kommen, glatt und passend einrichtet, dass man sie so wie ein Ventil in seinem Sitze an einander abschleift, und dann durch einen Druck vereinigt, welcher grösser sein muss als der grösste Druck der im Rohre entwickelten Pulvergase. Dieser Abschluss scheint jedoch für Eisen, dessen Flächen hiebei wechselseitig in Berührung kommen, ungenügend zu sein, wahrscheinlich weil beim Schusse nicht nur ein Druck, sondern auch eine stossartige Wirkung stattfindet und die Rohrwände nach einer andern Richtung als der bewegliche Stossboden vibriren. — Man kann auch zwischen den genannten Berührungsflächen zur Erzielung eines gasdichten Abschlusses mit Fett (Unschlitt) getränkte Tuch-, Filz- oder Pappscheiben legen, oder solche Scheiben an der vorderen Fläche des Verschlussstückes anbringen. Obwohl diese Mittel den beabsichtigten Zweck vollkommen zu erfüllen scheinen, so sind sie dennoch nicht zweckmässig, weil die Scheiben in der kürzesten Zeit durch die Wirkung der Pulvergase unbrauchbar und zerstört werden. Desgleichen würde sich eine Bleiliederung eignen, allein auch diese ist der baldigen Zerstörung unterworfen.

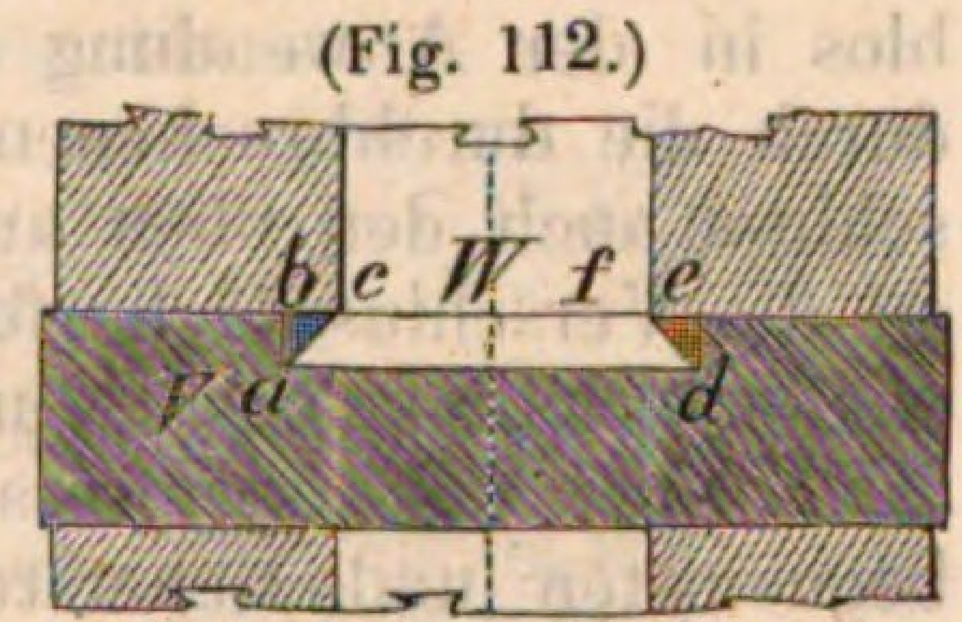
Unter allen Materialien hat sich das geschmeidige Kupfer am geeignetsten als Zwischenlage oder Liederung für den gasdichten Abschluss der Hinterladungsrohre erwiesen. Man pflegt damit die Ränder der zu verschliessenden Oeffnung ringartig auszulegen (auszufüttern) und an den Verschlusstheil eine Kupferplatte zu befestigen, so dass beim Abschluss

(Fig. 111.)



Kupfer mit Kupfer in Berührung kommt. Am besten ist es, wenn man die Ringöffnung etwas konisch macht, und das am Verschlussstücke als Bekleidung angebrachte Kupfer in einen entsprechenden Konus eingreifen lässt. Der gasdichte Abschluss kann auch mittelst eines elastischen, jedoch geschmeidigen Ringes *r*, Fig. 111, bewirkt werden, der auf der vorderen Fläche des beweglichen Verschlussstückes *V* befestigt und an einem Punkte des Umfanges durchgeschnitten ist. Wenn der Schuss erfolgt, so wird der Ring nicht nur an den Stossboden, sondern auch an die Bohrungswände gedrückt und entsprechend ausgedehnt; seine Kanten *k k* verlegen den Raum, durch welchen die Pulvergase austreten könnten. Ein sehr sinnreicher Abschluss besteht darin, dass man das Verschlussstück *V*, Fig. 112, dort, wo die Bohrung auftrifft, etwas vertieft und der Vertiefung *W* einen etwas grösseren Durchmesser *a d* als der Bohrung gibt. In diese Vertiefung wird nun ein am Umfange durchschnittener kupferner Ring *a b c d*, dessen Querschnitt ein Trapez oder rechtwinkliges Dreieck *a b c* = *d f e* bildet, so eingesetzt, dass die breitere Metallfläche *b c*, *e f* nach aussen und die schmälere oder die Kante *a*, *d* nach innen liegt. Die Pulvergase dringen während des Schusses in die innere Aushöhlung *c a d f* des Ringes, und drücken auf seine freie, schiefliegende Fläche, wodurch der vordere Theil desselben an die Verschlussfläche *b c*, *e f* der Bohrung und an die Umfangfläche *a b*, *d c* der Aushöhlung gepresst, und der gasdichte Abschluss bewirkt wird. Auch bei diesem Ringe wird man in die Nothwendigkeit versetzt werden, denselben nach einer gewissen Anzahl von Schüssen zu erneuern.

(Fig. 112.)



Die am Umfange durchschnittenen Kupferringe müssen dort, wo der Durchschnitt sich befindet, mit einem entsprechenden Einlagstück versehen werden, damit zuverlässig auch an dieser Stelle der gasdichte Abschluss stattfindet, wenn der Ring längs des Bohrungsumfanges angedrückt und die Schnittsflächen sich in Folge dessen von einander entfernen.

Der gasdichte Abschluss kann auch durch die Patrone selbst bewirkt werden, indem man an dieselbe einen Filz-, Pappe- oder Lederboden etc. befestigt, der sich beim Schusse an den Stossboden und die zunächst liegenden Bohrungswände anlegt, und den gasdichten Abschluss ähnlich wie früher der Ring bewirkt. Bei einzelnen der von **Whitworth** konstruirten Hinterladungskanonen befindet sich die Pulverladung in einer aus verzinntem Eisen gemachten und genau in die Bohrung passenden Büchse. Beim Schusse wird die Büchse an den Stossboden und an die Bohrungswände angedrückt, und dadurch der gasdichte Abschluss bewirkt. Nach dem Schusse (vor dem darauffolgenden Laden) muss die Büchse aus der Bohrung entfernt werden. In Oesterreich dienen hiezu die sogenannten **Pressspanböden**, kreisrunde mit einem umgebogenen Rande versehene Pappendeckel-Scheiben. Sie werden nicht mit der Patrone verbunden, jedoch zugleich mit ihr in die Bohrung so eingeführt, dass die Seite, gegen welche ihr Rand umgebogen ist, an den flachen Boden der Patrone anliegt. Beim Schusse wird durch die Pulvergase der umgebogene Rand

des Pressspanbodens in die Zusammenstossung der Bohrungswand und der vorderen Kolbenfläche gedrückt und so der gasdichte Abschluss der Bohrung bewirkt.

Nachdem wir im Vorhergehenden die Forderungen an einen guten Verschluss kennen gelernt haben, wollen wir auf die nähere Einrichtung der im §. 116 genannten Verschlussvorrichtungen übergehen.

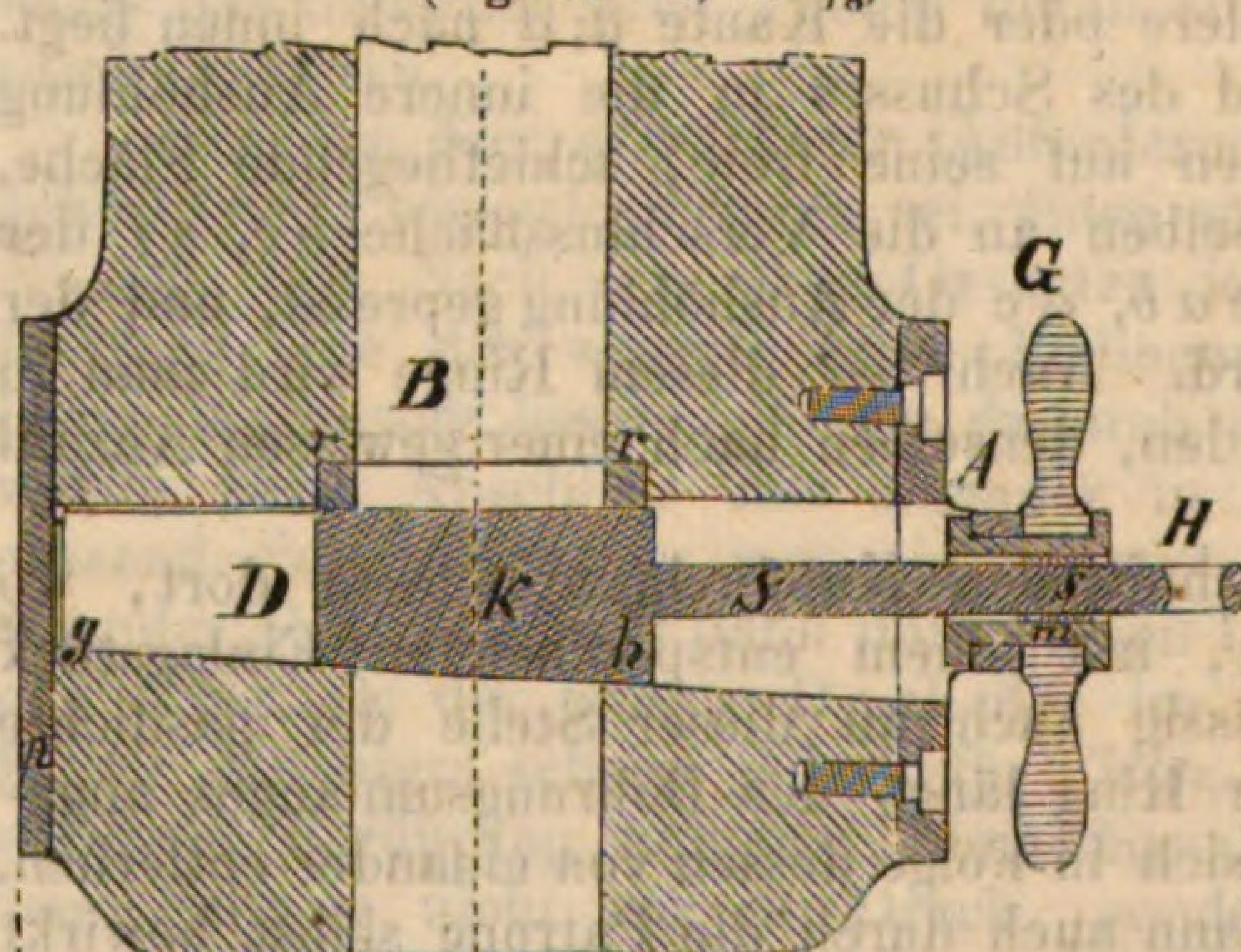
Die Keil- und Querriegel-Verschlüsse.

§. 119. Die nähere Einrichtung und die Verbindung des Keiles oder des Querriegels mit den anderen Verschlusstheilen und Bewegungsmechanismen ist von der speciellen Anordnung der Verschlussvorrichtung abhängig, und ebenso wie diese sehr verschieden.

Es wurde schon bemerkt, dass die einfachste Verschlussmethode blos in der Anwendung eines Keiles besteht, den man rückwärts quer durch die durchbrochenen Wände des Rohres schiebt. Damit dieser Verschluss auch den oben aufgestellten Anforderungen genüge, muss der Keil an die Verschlussfläche fest angepresst, unmittelbar vor dem Laden jedoch wieder leicht gelockert und entfernt werden können.

Ein starkes Anpressen und ein leichtes Lockern des Keiles kann am bequemsten und sichersten mittelst einer Schraube erreicht werden, die sehr verschieden eingerichtet, angebracht, oder mit dem Keile verbunden sein kann.

(Fig. 113 *a*, u. 1/8)



(Fig. 113 *b*.)

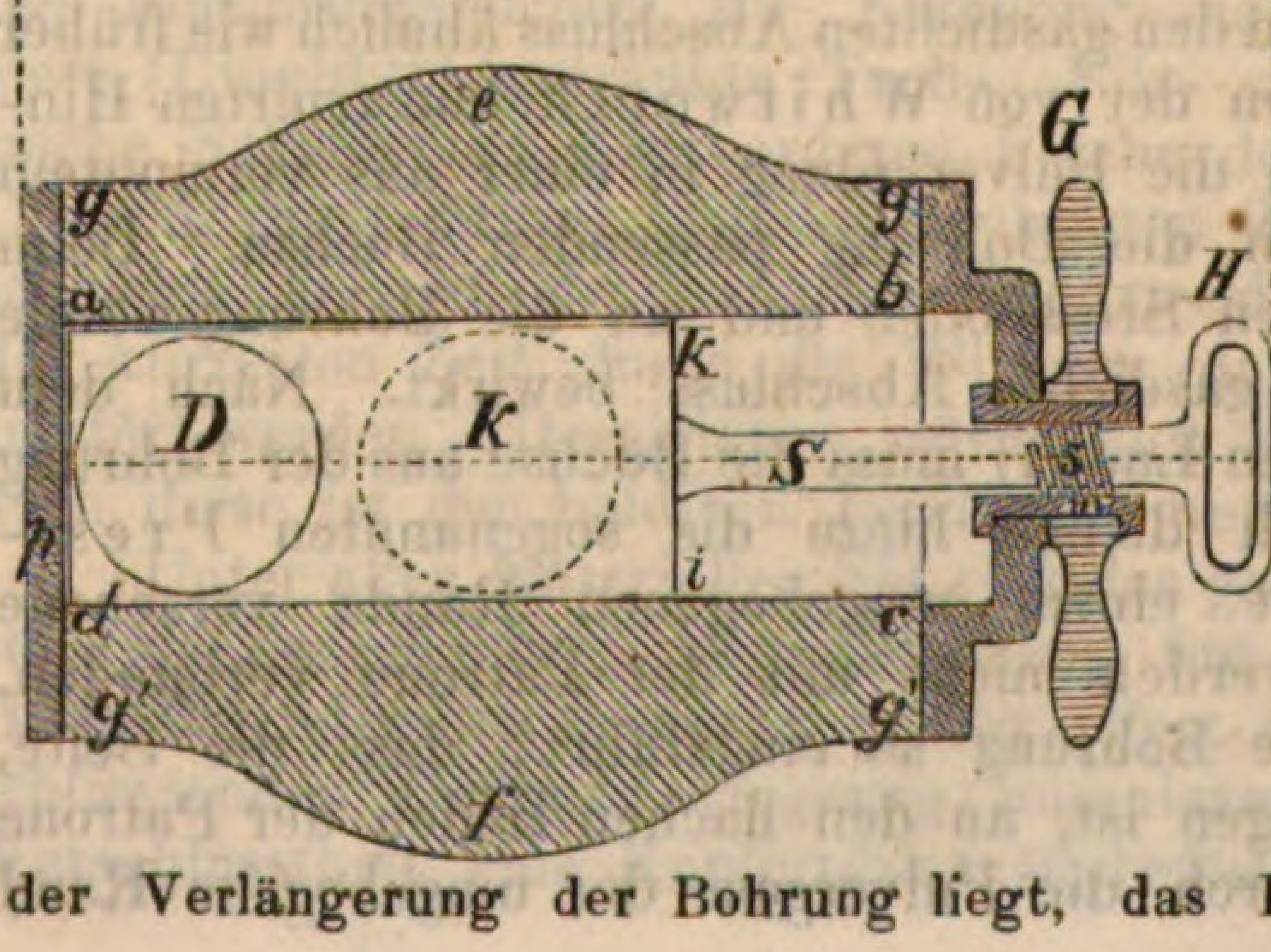
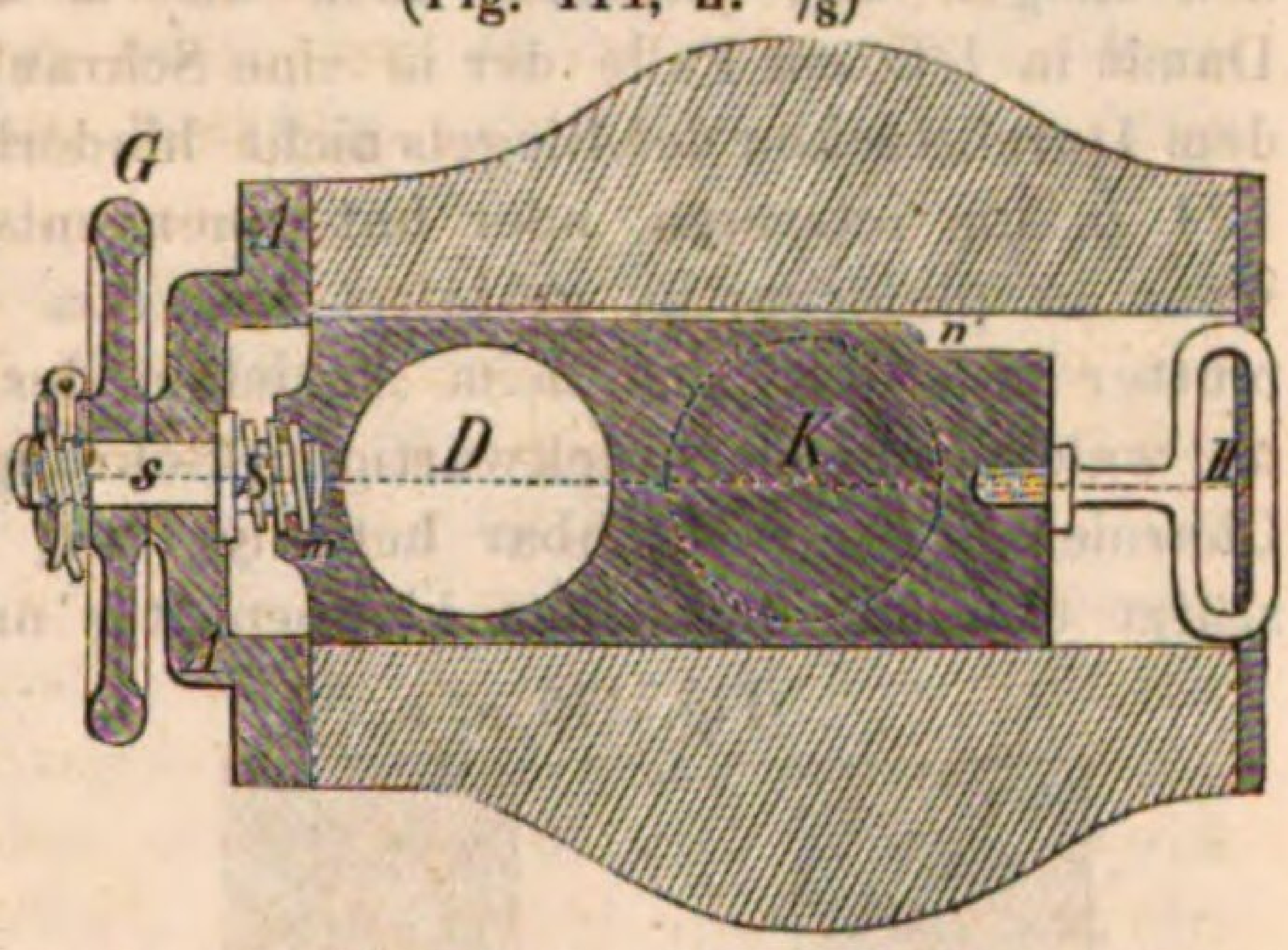


Fig. 113 *a* stellt den horizontalen Längenschnitt und Fig. 113 *b* den Querschnitt einer solchen Verschlussvorrichtung dar. Der Stiel *S* mit dem Schraubengewinde *s* ist mit dem Keile *K* verbunden und endigt in eine Handhabe *H*, mit welcher der Keil bewegt wird. Das Gewinde *s* des Stieles greift in eine drehbare Mutter *m*, welche in dem Sattel *A* angebracht ist und mit dem Griffe *G* bewegt wird. Der Keil hat nur eine nach rückwärts liegende schiefe Fläche *g h* und verschliesst mit seiner vorderen rechtwinklig gegen die Seellinie gestellten Fläche die Bohrung. Er ist entweder nur um etwas länger als der Durchmesser der zu verschliessenden Oeffnung *B*, oder er ist wie hier mehr als doppelt so lang und hat eine der Bohrung entsprechende Durchbrechung *D*, welche, wenn sie in der Verlängerung der Bohrung liegt, das Laden des Rohres von rückwärts

gestattet. Das Rohr ist am Keillager entsprechend verstärkt, damit die dem Drucke Widerstand leistenden Metallflächen $abgeg$ und $cdg'fg'$ genügende Festigkeit besitzen. Das Keillager ist auf der entgegengesetzten Seite mit einer Platte p geschlossen. — Soll das Rohr rückwärts geöffnet werden, so wird die im Sattel bewegliche Mutter mittelst des Griffes gedreht, wodurch die Gewinde des Stieles aus der Mutter treten und der Keil im Lager gelüftet wird. Ist dies geschehen, so kann man den Keil mittelst der Handhabe so weit herausziehen, bis dessen Rücken an der Mutter des Sattels ansteht. In dieser Stellung trifft die Durchbrechung des Keiles mit der Verlängerung der Bohrung zusammen und es kann geladen werden. Nach dem Laden wird der Keil mittelst der Handhabe in sein Lager hineingeschoben, bis das Gewinde des Stieles auf jenes der Mutter im Sattel auftrifft. Hierauf wird der Keil durch die Drehung der Mutter mittelst des Griffes festgelagert.

(Fig. 114, n. $^1/_8$)



Die Schraube zum Anziehen und Lockern des Keiles kann auch an der entgegengesetzten Seite des Rohres, wie Fig. 114 zeigt, angebracht werden. In diesem Falle hat der Keil K eine Handhabe H und ebenfalls eine der Bohrung gleiche Durchbrechung D. Die Schraube S ist mit ihrem glatten Spindeltheile s in dem festgeschraubten Sattel A mittelst des Kurbelrades G drehbar und greift mit ihrem Gewinde in die am Ende des Keiles eingeschnittene Mutter m. Wird die Schraube s mittelst des Kurbelrades gedreht, so lockert sie den Keil, indem sie diesen im Lager etwas vorschiebt, und tritt gleichzeitig aus der im Keilende angebrachten Mutter m. Der Keil kann alsdann mit der Handhabe H aus dem Lager herausgezogen werden, bis sein Ansatz n' auf die Nase n stösst. In dieser Stellung liegt die Durchbrechung des Keiles und die Bohrung des Rohres in einer Verlängerung und das Rohr kann geladen werden. Nach dem Laden wird der Keil in sein Lager geschoben, bis die Schraube S in die Mutter m eingreift; dadurch rückt die Durchbrechung im Keile von der Bohrung weg, und diese wird von der vollen Keilfläche verschlossen; dreht man hierauf mit dem Rade die Schraube, so wird der Keil angezogen und der Verschluss hergestellt.

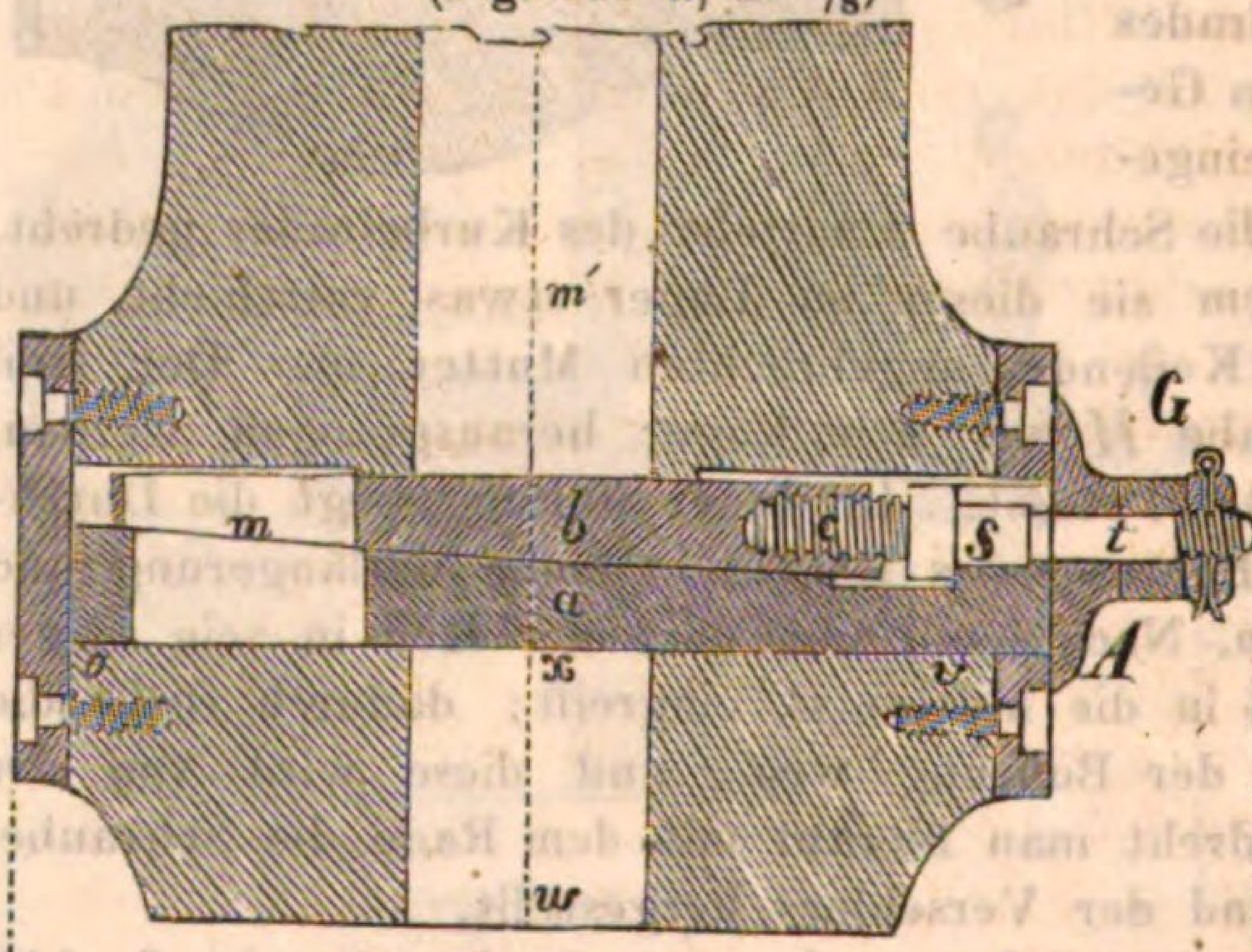
Der gasdichte Abschluss der Bohrung kann auf eine der im §. 118 angegebenen Arten bewirkt werden.

Soll der rückwärtige Verschluss des Rohres mittelst eines beweglichen Stossbodens oder Verschlusskolbens geschehen, so muss dieser nach dem Einführen in die Bohrung sich entweder im Durchmesser vergrössern, und wie schon erwähnt, durch Reibung an seiner Stelle festhalten lassen, oder er muss sich an einen quer durch die Rohrwände gesteckten Riegel oder Keil etc. stützen, um nicht durch die Wirkung der Pulvergase hinausgestossen zu werden. Im letzten Falle hat der Keil oder der Querriegel, welcher einen prismatischen oder cylindrischen Querschnitt haben kann, die im Fig. 119 oder Fig. 120 und 121 ersichtliche Anordnung.

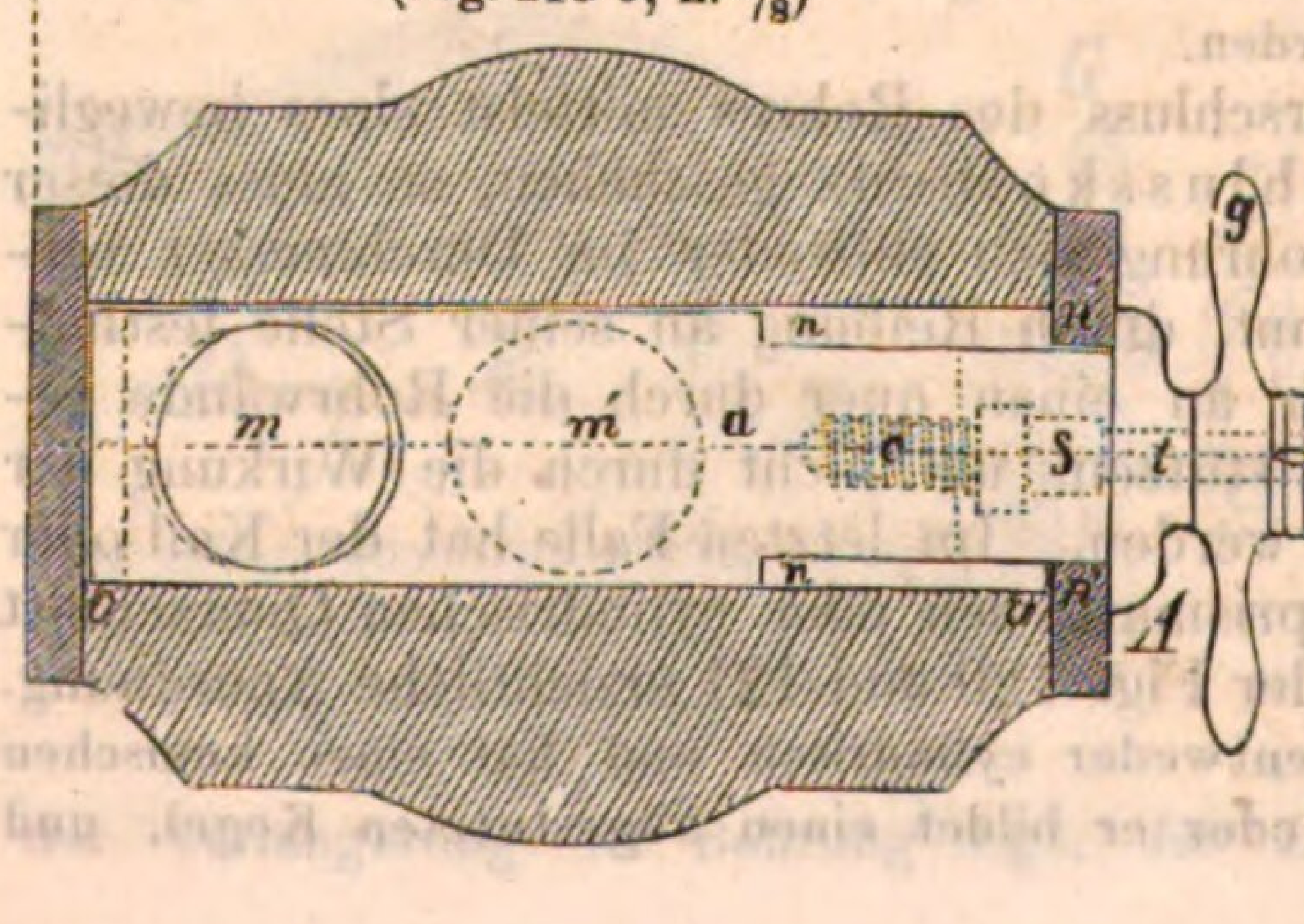
Der Verschlusskolben ist entweder cylindrisch und hat einen konischen Absatz S, wie in Fig. 119 d, oder er bildet einen abgestutzten Kegel, und

wird in sein ähnlich gestaltetes Lager mittelst einer trennbaren Stange *T* oder eines an demselben befestigten Stieles eingeführt. Im ersten Falle hat er in der Mitte seiner rückwärtigen Fläche einen entsprechenden Ausschnitt mit Schraubenmutter als Angriff für die Schraube der Stange *T*. Bei dieser Anordnung dürfte es nur selten erreichbar sein, dass der Verschlusskolben fest auf den Querriegel anliege. Findet jedoch ein festes Anliegen nicht statt, so wird der Verschlusskolben beim Schusse mit grosser Kraft auf den Querriegel und dieser ebenso an die Wände seines Lagers stossen, wodurch leicht das Biegen oder Brechen des Riegels oder das Abreissen des rückwärtigen Rohrtheiles eintreten könnte. Um diesen Uebelstand zu beseitigen und den festen Anschluss sicher zu erzielen, kann man statt des Querriegels einen einfachen Keil *K*, Fig. 119, anwenden, oder den Verschlusskolben mittelst einer an seinem Stiele *s* angebrachten Schraube *m*, Fig. 120 *a*, und 121 *a*, *b*, an den Riegel, und dadurch auch diesen an die Wände seines Lagers pressen. Damit in letztem Falle der in eine Schraube endende Stiel des Verschlusskolbens dem Durchstecken des Riegels nicht hinderlich sei, greift derselbe armartig *a*, Fig. 121 *b*, um letzteren, oder hat einen entsprechenden Ausschnitt *a*, Fig. 120 *b*, wenn er plattenartig gestaltet ist, etc. Die mit Griff versehene Schraubenmutter *m* stützt sich beim Anziehen des Kolbens an den Sattel *T*, Fig. 121 *a*, welcher an der rückwärtigen Bohrungsfläche aufliegt und daselbst um ein Charnier *c* derart drehbar befestiget ist, dass er den herausgezogenen Kolben stützt und mit demselben klappenartig nach der Seite gewendet werden kann.

(Fig. 115 *a*, n. 1/8)



(Fig. 115 *b*, n. 1/8)



Die Anordnung eines aus zwei Keilen zusammengesetzten Querriegel-Verschlusses ist aus Fig. 115 *a* und Fig. 115 *b* zu entnehmen. Es stellt nämlich Fig. 115 *a* den horizontalen Längenschnitt des hinteren Rohrtheiles mit dem Verschlussapparate und Fig. 115 *b* den Querschnitt des Rohres hinter dem Riegel dar. Die zwei Keile *a*, *b*, Fig. 115, liegen mit ihren schiefen Flächen aneinander und bilden, mit der Schraube *c* vereinigt, den durch die doppelarmige Handhabe *G* beweglichen Querriegel. Die Schraube *c* greift mit ihrem Gewindtheile nur in den vorderen Keil *b*; ihr verstärkter Spindeltheil *S* liegt in dem entsprechend geformten Lager des rückwärtigen Keiles *a*; an dem schwächeren Spindeltheile *t* ist der Sattel *A* und die zweiarmige Handhabe *G* angebracht. Wird diese Handhabe gedreht, so muss sich vermöge der

Schraube c der vordere Keil auf der schiefen Fläche des rückwärtigen verschieben und die Dicke des Querriegels nach dem Sinne der Drehung ändern. Wird der vordere Keil, so weit als es angeht, herausbewegt, so gelangt seine Durchbrechung m genau über jene des rückwärtigen Keiles, und der in der Dicke verminderte Querriegel kann dann bequem mittelst der Handhabe so weit aus seinem Lager gezogen werden, bis die Ansätze n an die Platte n' stossen. In dieser Lage fällt die Durchbrechung m des Querriegels mit der Bohrung m' zusammen, und das Rohr kann von rückwärts geladen werden. Wird der Riegel hingegen, so weit es der Sattel A gestattet, in sein Lager geschoben und die Schraube c mittelst der Handhabe nach der entgegengesetzten Richtung gedreht, so füllt ersterer durch die Vergrösserung der Dicke sein Lager aus und bewirkt durch seinen massiven Theil den festen Abschluss der Bohrung.

Sollen die Abmessungen eines Querriegels bestimmt werden, damit derselbe dem Drucke der Pulvergase oder dem Drucke des Verschlusskolbens mit Sicherheit zu widerstehen vermöge, so kann man wie folgt verfahren.

Der Verschlusskolben wird bei genügend grosser Spannung der Pulvergase bestrebt sein, den Riegel an seinen zwei Aufliegeflächen abzubrechen. Bezeichnet man mit a die Breite und mit b die Dicke eines prismatischen, oder mit r den Halbmesser eines cylindrischen Riegels, mit q den Druck der Pulvergase auf 1 Q.″ Fläche, mit $r_,$ den Halbmesser der Bohrung am Verschlusskolben und mit m den Koefficienten der absoluten Festigkeit der Materie des Riegels; so ist $2\,a\,b$ oder $2\,\pi\,r^2$ der Inhalt der beiden Bruchflächen an den Aufliegestellen, $\pi\,r_,^2\,q$ der Druck der Pulvergase auf den Verschlusskolben, und $2\,a\,b\,m$ oder $2\,\pi\,r^2\,m$ der Widerstand des Querriegels bei einem eintretenden Abreissen desselben. Bringt man zur Sicherheit gegen das Brechen oder Biegen nur $\frac{1}{4}\,m$ in Rechnung, so folgt aus

$$\pi\,r_,^2\,q = \tfrac{1}{2}\,a\,b\,m \text{ oder } \pi\,r_,^2\,q = \tfrac{1}{2}\,\pi\,r^2\,m,$$

$$a\,b = \frac{2\,\pi\,r_,^2\,q}{m} \text{ oder } r = 1{\cdot}414\,r_,\sqrt{\frac{q}{m}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Da die Breite a etwas grösser sein muss als $2\,r$, so kann man bei dieser Berechnung auch ohne Nachtheil für die Festigkeit des Riegels $a = 2\,r_,$ setzen, und erhält dann die Dicke des Riegels

$$b = \frac{\pi\,r_,\,q}{m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Setzt man beispielsweise $r_, = 2{\cdot}9''$, $q = 15000$ Pfd. und für einen schmiedeisernen Riegel $m = 50000$ Pfd. auf 1 Q.″ Bruchfläche; so ist für einen cylindrischen Riegel (Quercylinder), nach Gl. (1), der Halbmesser $r = 2{\cdot}25''$, oder für einen prismatischen Querriegel, nach Gl. (2), die Dicke $b = 2{\cdot}73''$.

Bei einem im Lager fest schliessenden Querriegel kann es möglich sein, dass er bei hinreichender Kraft der Pulvergase, so wie etwa der zu schwache Stossboden eines Rohres herausgedrückt werde. In diesem Falle wäre $2\,\pi\,r_,\,b$ die Bruchfläche, und wenn man wieder, um das Hinausdrücken mit Sicherheit zu verhindern, statt m blos $\frac{1}{4}\,m$ in Rechnung bringt, so ergibt sich aus der Gl. $\pi\,r_,^2\,q = \frac{1}{2}\,\pi\,r_,\,b\,m$ die Dicke des Querriegels $b = \frac{2\,r_,\,q}{m}$.

Nimmt man den Angriffspunkt der Resultirenden des Gasdruckes $\pi r_{,}^2 q$, welche bekanntlich mit der Bohrungsachse übereinfällt, als den Punkt an, wo die biegende oder brechende Kraft am Querriegel oder am Keile wirkt, so würden sich zwei Bruchflächen an diesem ergeben, und zwar eine nach der Richtung längs des Bohrungsumfanges und die andere nach dem Bohrungsdurchmesser; die erstere wäre $2 \pi r_{,} b$ und die zweite $2 r_{,} b$.

Die zuletzt bestimmte Dicke würde in diesem Falle nicht mehr genügen, um ein Biegen oder Brechen des Keiles zu verhindern. Um für diesen Fall die Dicke des Keiles zu bestimmen, hat man: $\frac{1}{6}\, m.\, 2 \pi r_{,} b^2$ als das Brechungsmoment des Keiles in der Richtung längs des Bohrungsumfanges, $\frac{1}{6}\, m.\, 4 r_{,} b$ als das Brechungsmoment desselben längs eines Durchmessers, und $\pi r_{,}^2 q . r_{,}$ als das Moment der Kraft, welche den Bruch herbeizuführen sucht. Nimmt man wieder zur Sicherheit statt m blos $\frac{1}{4}\, m$ in Rechnung, so ist aus der Gleichung

$$\pi r_{,}^3 q = \frac{1}{24}\, m r_{,} (2\pi + 4) b^2, \quad b = r_{,} \sqrt{\frac{12 \pi q}{(\pi + 2) m}} = 2{\cdot}708\, r_{,} \sqrt{\frac{q}{m}} \quad . . (3)$$

Da man jedoch die abbrechende Kraft über die ganze Fläche $\pi r_{,}^2$ vertheilt ansehen kann, und der Widerstand des Keiles in diesem Falle doppelt so gross als in dem vorigen wird, so ist:

$$b = r_{,} \sqrt{\frac{6 \pi q}{(\pi + 2) m}} = 1{\cdot}915\, r_{,} \sqrt{\frac{q}{m}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (4)$$

Setzt man beispielsweise $r_{,}$ wieder $= 2{\cdot}9''$, $q = 15000$ Pfd. und den Brechungskoefficienten für Eisen $m = 80000$ Pfd., so ergibt sich aus Gl. (3) $b = 3{\cdot}4''$ und aus Gl. (4) $b = 2{\cdot}4.''$

Um für alle Fälle gegen einen Bruch oder gegen ein Verbiegen des Keiles gesichert zu sein, wird man b nach Gl. (3) bestimmen.

Durch das im Rohre für den Keil oder den Querriegel nothwendige Lager $a b c d$, Fig. 113 b, wird an dieser Stelle der Querschnitt des widerstehenden Rohrmetalles bedeutend vermindert, und es kann deshalb ein Abreissen des hinter dieser Stelle liegenden Rohrtheiles durch den Druck des Querriegels oder Keiles eintreten. Damit dieses Abreissen mit Sicherheit verhindert werde, muss die Querschnittsfläche $a b e + c d f$ des Rohrmetalles am Keillager genügend gross sein, und deshalb das Rohr in dieser Gegend nach Bedarf durch Angüsse $g g$ oder durch Vergrösserung seines äusseren Durchmessers entsprechend verstärkt werden. Ist r der Halbmesser der Bohrung am Keillager, q der grösste Druck der Pulvergase auf 1 Q.″ Querschnittsfläche, m der Koefficient der absoluten Festigkeit, und F die kleinste am Keillager noch übrig bleibende Widerstandsfläche $a b e + c d f$ des Rohrmetalles, so muss, damit das Abreissen nicht eintrete, $\frac{1}{4}\, m F = \pi r^2 q$ sein, woraus sich $F = \frac{4 \pi r^2 q}{m}$ ergibt.

Würde die Querschnittsfläche am Keillager kleiner sein als $\frac{4 \pi r^2 q}{m}$, so müsste die angedeutete Verstärkung des Rohres derart eintreten, dass zuverlässig $F = \frac{4 \pi r^2 q}{m}$ werde.

Hinter dem Keil- oder Riegellager muss das Rohr auch noch eine genügende Länge haben, damit das Metall an diesem Lager nicht nach

der Länge des Rohres rückwärts herausgedrückt werde. Bezeichnet man die Länge des Keillagers (*o v*, Fig. 115) mit l und die Länge des Rohrtheiles hinter demselben (*x w*, Fig. 115 *a*) mit $l_{,}$, so ist der Flächeninhalt der zwei Widerstandsflächen, welche sich beim Herausdrücken des Metalles ergeben, $= 2\,l\,l_{,}$, und es muss bei genügender Widerstandsfähigkeit $2\,l\,l_{,} \cdot {}^1/_4\, m = \pi\, r^2\, q$, also die Länge des Rohres hinter dem Keil- oder Riegellager $l_{,} = \dfrac{2\,\pi\, r^2\, q}{l\, m}$ werden.

Aus dem Gesagten ist zu entnehmen, dass bei Hinterladungsrohren mit Keil- oder Querriegel-Verschlüssen das Bodenstück des Rohres etwas länger werden muss, als bei Vorderladungsrohren von gleichem Kaliber und sonst gleicher Konstruktionsart, und obwohl bei ersteren Rohren die Stossbodenverstärkung und die Traube wegbleiben, so dürfte doch ihr Gewicht in Folge der nothwendigen Verlängerung und des Gewichtes der Verschlussvorrichtung etwas grösser werden, als bei letzteren.

Die Länge des Verschlusskolbens braucht nicht grösser als die halbe Metallstärke des Rohres am Bodenstücke zu sein.

Die Druck- oder Pressschrauben bei den Keil- und Riegelverschlüssen müssen vorzüglich den Stössen und Erschütterungen des Rohrmetalles während des Schusses widerstehen. Damit der Keil, oder der Verschlusskolben mit dem Querriegel zum festen Anliegen gebracht werde, ist nur eine mässige durch einen Mann leicht auszuübende Kraft an dem Griffrade oder Kurbelkreuze der Schraubenspindel nöthig; daher die Schraube für diesen Fall keine besonders grosse Dimensionen etc. erfordert.

Bei den Keilverschlüssen ist noch die Neigung der beiden Seiten oder der schiefen Flächen des Keiles zu berücksichtigen. Gewöhnlich steht die den Abschluss bewirkende Seite oder Fläche senkrecht auf der Bohrungsachse, und nur die entgegengesetzte Seite ist geneigt und schliesst mit der ersteren einen spitzen Winkel ein, welcher hier Neigungswinkel genannt werden soll. Da die resultirende Kraft des Pulverstosses auf der vorderen Seite des Keiles senkrecht wirkt und mit der rückwärtigen Seite einen Winkel einschliesst, so ergeben sich durch die Zerlegung dieser Kraft R zwei Seitenkräfte Q und S, wovon die eine Q senkrecht auf die rückwärtige Fläche steht, und die andere S parallel zu dieser Fläche wirkt. Ist der Neigungswinkel $= \varphi$, so hat man $Q = R \cos. \varphi$ und $S = R \sin. \varphi$; wobei die Seitenkraft Q das senkrechte Andrücken der rückwärtigen Keilfläche an das Lager bewirkt, und die Seitenkraft S den Keil aus seinem Lager parallel zu dieser Fläche herauszuschieben sucht. Dem letztgenannten Bestreben widersetzt sich jedoch die Reibung des Keiles, deren Grösse durch $f R \cos. \varphi$ ausgedrückt werden kann, wenn f den Reibungskoefficienten zwischen den Keil- und Lagerflächen und $R = \pi\, r^2\, q$ den Druck der Pulvergase auf die vordere Keilfläche bezeichnet. Ist $R \sin. \varphi > f R \cos. \varphi$ oder $tang. \varphi > f$, d. h. ist die Tangente des Neigungswinkels φ grösser als der Reibungskoefficient f, so wird der Keil durch die Gewalt der Pulvergase aus seinem Lager herausgeschleudert; ist jedoch $tang. \varphi \overline{\overline{<}} f$, so bleibt der Keil bei jeder beliebigen Grösse der Kraft R unbewegt in seinem Lager. Soll daher das letztere erreicht werden, so ist $tang. \varphi$ etwas kleiner als f zu machen. Der Koefficient f

beträgt: für die Reibung von Gusseisen auf Gusseisen ungefähr 0·16,
" " " " Schmiedeisen " " " 0·13,
" " " " " " Bronze " 0·17.

Es muss daher für diese Materialien der Neigungswinkel φ kleiner als 7 $^1/_2$ bis 10^0 sein, oder die Höhe der Steigung soll kleiner als $^1/_8$ bis $^1/_6$ der Keillänge sein. Das Gewicht P des Keiles und die daraus resultirende Reibung $f\,P$ an seiner unteren Fläche setzen sich der etwa beginnenden Bewegung des Keiles ebenfalls als ein Widerstand entgegen. Der Zustand der reibenden Flächen, ob diese nämlich rauh, glatt oder geschmiert sind, hat auf die Grösse des Koefficienten f, und daher auch auf die Grösse des Neigungswinkels einen grossen Einfluss, und muss sonach schon bei der Konstruktion gebührend berücksichtigt werden.

Die Schraubenverschlüsse.

§. 120. Die Schraubenverschlüsse sind ebenso einfach wie die Querriegelverschlüsse und bei zweckmässiger Einrichtung sogar einfacher als die Keilverschlüsse, jedoch nimmt das Ein- und Ausschrauben des Verschlusskolbens oder Verschlussdeckels etwas mehr Zeit in Anspruch, wenn nicht die Gewinde der Spindel und der Mutter steil, oder wie oben angegeben, entsprechend abgenommen sind, um im letzten Falle den Kolben oder Deckel etc. nur anzuschieben und mit einem Rucke festzudrehen. Die Gewinde sind ferner den Beschädigungen durch Stösse, dem Einstauben etc. und dem Rosten ausgesetzt, wodurch die Gangbarkeit der Verschlussvorrichtung leicht unterbrochen werden kann. Die konischen Schrauben haben überdies eine geringere Widerstandsfähigkeit und erfordern eine grosse Genauigkeit und Aufmerksamkeit in ihrer Erzeugung und Behandlung.

Gegen die Anwendbarkeit des Schraubenverschlusses muss in dem Falle Bedenken erhoben werden, wenn die Schraubenmutter durch die verlängerte Bohrung gebildet wird, und die Schraubengewinde beim Oeffnen des Verschlusses ganz frei liegen; denn in diesem Falle können in dieselbe nicht nur beim Laden des Rohres, sondern hauptsächlich beim Reinigen des Laderaumes fremde Körper, Pulver- und Patronenrückstände eindringen, die dann ein grosses Hinderniss beim Verschliessen der Bohrung, oder grosse Verzögerungen beim Entfernen und Reinigen der Schraube verursachen werden. Von diesen Uebelständen ist der Deckelverschluss, der Verschluss mit der excentrisch eingesetzten Schraube und der hohlen Schraubenspindel ganz oder doch theilweise frei.

Die Anordnung oder Einrichtung eines Schraubenverschlusses ist sehr einfach, denn mittelst einer Kurbel kann der Verschlusskolben oder der Verschlussdeckel gedreht, also befestigt oder entfernt, dann mittelst eines Charnierringes seitwärts des Rohres gehalten, oder zum Umklappen während des Ladens eingerichtet werden.

Damit der mit Schraubengewinden versehene Verschlusskolben oder Verschlussdeckel nicht durch den Stoss oder Druck der Pulvergase heraus gedreht werde, ist es nur nöthig, die Steigung der Gewindgänge so gross zu machen, dass bei scharfen Gewinden der Sinus und bei flachen die Tangente des Neigungswinkels der Schraubenlinie, den Reibungskoefficienten des Metalles der Mutter und der Spindel nicht übersteige. Bezeichnet man den Halbmesser der Schraubenspindel an einer Gewind-

tiefe mit $ab = r$, Fig. 102, den äusseren Halbmesser am Gewinde mit $ac = R$, den zwischen beiden fallenden mittleren Halbmesser mit a, die Höhe eines Schraubenganges mit $cd = h$, den Neigungswinkel, den die Schraubenlinien an der Spindeloberfläche mit einer zur Achse parallelen Erzeugungslinie einschliesst mit φ und den Reibungskoefficienten mit f; so ist wie bekannt $a = {}^2/_3 . \frac{R^2 + R r + r^2}{R + r}$, und $tang.\ \varphi = \frac{h}{2 \pi a}$.

Damit die Schraubenspindel durch einen längs der Achse wirkenden Druck nicht bewegt werde, muss für scharfe Gewinde $sin.\ \varphi < f$, für flache Gewinde $tang.\ \varphi < f$ oder $\frac{h}{2 \pi a} < f$ sein.

Für die Reibung von Gusseisen auf Gusseisen ist f ungefähr 0·16, von Schmiedeisen auf Gusseisen 0·13, von Schmiedeisen auf Bronze 0·17; daher muss für diese Materialien φ kleiner als $7\frac{1}{2}^0$ bis 10^0 sein.

Damit die Schraubengewinde nicht durch den Druck der Pulvergase abgerissen werden, muss der Theil der Spindel, welcher nach dem Einschrauben mit den Gewinden der Mutter in Berührung kommt, eine bestimmte Länge haben. Denkt man sich die Schraubenspindel ohne irgend eine Drehung durch eine genügend grosse Kraft aus der Mutter herausgestossen, so ist es klar, dass bei diesem Heraustossen alle Gewinde der Spindel oder der Mutter an ihren Grundflächen abgetrennt werden müssen. Aus dieser Vorstellung folgt daher, dass die Summe der Grundflächen der Gewindgänge der Spindel oder der Mutter, so weit beide in Verbindung mit einander stehen, die Widerstandsfläche ist. Um die kleinste Länge der Schraubenspindel an den Gewinden zu bestimmen, bezeichne l diese Länge, h die Gewindhöhe, r den Halbmesser der Spindel an einer Gewindtiefe, n die Anzahl der Gewinde, m den Koefficienten der absoluten Festigkeit, $Q = \pi r_1^2 q$ die Grösse des Pulverdruckes auf die vordere Fläche des Verschlusskolbens (wobei r_1 und q die im §. 119 angegebene Bedeutung haben); so ergibt sich bei scharfen Gewinden $2 \pi r l$ als die Widerstandsfläche und $2 \pi r l m$ als der Widerstand des Metalles gegen die Abtrennung der Gewinde. Bringt man, um jede Beschädigung der Gewinde möglichst zu verhindern, statt m nur $^1/_{10}\ m$ in Rechnung, so hat man

$$^1/_5\ \pi r l m = \pi r_1^2 q, \text{ woraus } l = \frac{5 r_1^2 q}{r m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Bei flachen Gewinden ist die Widerstandsfläche nur halb so gross, wenn die Dicke des Schraubengewindes $^1/_2\ h$ beträgt, und noch kleiner, wenn die Dicke wie gewöhnlich noch etwas geringer ist. Setzt man diese Dicke $= e$, so ist die Widerstandsfläche bei n Gewindgängen $= 2 \pi r. e. n$, und der Widerstand der Gewinde gegen das Abtrennen $= 2 \pi r. e. n. m$; daher hat man, wenn man wieder nur $^1/_{10}\ m$ statt m setzt,

$$^1/_5\ \pi r e n m = \pi r_1^2 q, \text{ woraus } n = \frac{5 r_1^2 q}{r e m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Bestimmt man beispielsweise die Abmessungen einer Verschlussschraube nach der in Fig. 102 angezeigten Konstruktion, und setzt zu diesem Zwecke $r_1 = 2''$, $r = 2·25''$, $q = 20000$ Pfd. auf 1 Q.'' Fläche, $m = 50000$ Pfd.; so hat man für scharfe Gewinde nach Gl. (1) $l = 3·56.''$

Eine Verschlussschraube mit flachen Gewinden, welche dieselbe

Widerstandsfähigkeit besitzen soll, müsste mindestens 7·12″ lang gemacht werden. Wählt man eine flachgängige Verschlussschraube mit Ausschnitten an den Gewinden, so würde, weil für die Ausschnitte ungefähr die Hälfte der Gewindgänge weggeschnitten oder beseitigt wird, $l = 14{\cdot}24''$.

Man sieht, dass die Verschlussschrauben mit flachen Gewinden unter gleichen Verhältnissen kaum die Hälfte von jenem Widerstande besitzen, welchen die scharfgängigen Schrauben bei gleichem Spindeldurchmesser haben, und dass durch die Ausschnitte in allen Fällen dieser Widerstand noch mindestens um die Hälfte vermindert wird.

Für Schrauben mit scharfen Gewinden wird gewöhnlich, wenn R den äusseren Halbmesser des Gewindes in Zollen bezeichnet, die Höhe eines Schraubenganges $h = 0{\cdot}16\ R + 0{\cdot}04''$ und die Tiefe desselben $t = 0{\cdot}63\ h$ gerechnet.

Setzt man z. B. den äusseren Halbmesser des scharfen Gewindes $R = 2{\cdot}52''$, so ist die Höhe eines Schraubenganges $h = 0{\cdot}44''$. Der Verschlusskolben hätte also bei einer Länge von 3·56″ mindestens $\frac{l}{h} = \frac{3{\cdot}56}{0{\cdot}44} = 8$ Schraubengänge, und man müsste die Kurbel des Kolbens achtmal umdrehen, bis das Rohr rückwärts geöffnet wäre, was jedenfalls zu viel Zeit in Anspruch nehmen dürfte.

Man wird deshalb versuchen, die Schraubengänge höher zu machen, und zwar zeigt $\frac{h}{2\pi a} < f$ oder $h < 2\pi a f$ die Grenze an, bis zu welcher man die Höhe vermehren kann. Ist $a = 2{\cdot}4''$, $f = 0{\cdot}13''$, so muss $h < 1{\cdot}96''$ sein, damit der Verschlusskolben nicht durch einen längs der Achse erfolgenden Druck oder Stoss bewegt werde. Daraus ist zu entnehmen, dass man zwischen $h = 0{\cdot}44''$ und $h = 1{\cdot}96''$ eine grosse Auswahl für die Höhe der Schraubengänge hat, dass man daher die Schraube auch zweigängig machen und jedenfalls so konstruiren könne, dass sich das Rohr durch 4, 3 ja selbst durch 2 Umdrehungen des Verschlusskolbens öffnen lässt.

Für flache Gewinde pflegt man gewöhnlich $h = 0{\cdot}18\ R + 0{\cdot}08''$ und $t = 0{\cdot}086\ R + 0{\cdot}07''$ zu setzen.

Ist $R = 2{\cdot}52''$ und $l = 7{\cdot}12''$, — so erhält man $h = 0{\cdot}45''$ und $\frac{l}{h} = \frac{7{\cdot}12}{0{\cdot}45} = 15{\cdot}82$, oder 16 Schraubengänge.

Es müsste demnach bei flachen Gewinden die Kurbel des Verschlusskolbens 16mal umgedreht werden, um das Rohr zu öffnen. Man kann jedoch, da h zwischen den Grenzen 0·45″ und 1·96″ liegt, die Schraube zweigängig etc. machen, oder die Gewindhöhe so wählen, dass sich der Verschlusskolben durch 4 Umdrehungen öffnen lässt.

Die Drehung oder Bewegung des Verschlusskolbens geschieht gewöhnlich mit einem Griffkreuze oder mit einer Kurbel, die nur so stark zu machen ist, dass die verschiedenen Theile derselben nicht durch die Vibration des Rohres nach dem Schusse etc. abgesprengt werden.

Bei einem Deckelverschlusse kann die Deckelschraube nach den eben gegebenen Andeutungen konstruirt werden. Der Deckel D, Fig. 105, wird, wie schon erwähnt, auf das aussen mit Gewinden versehene Rohrende S aufgeschraubt. Da der Halbmesser der Schraubengewinde für diese

Verschlussvorrichtung ungefähr zweimal so gross als der Halbmesser der Bohrung angenommen werden kann, so wird auch wegen der dadurch erhöhten Festigkeit des Gewindes die Länge der Schraube und die Zahl ihrer Gewinde bedeutend kleiner sein, als bei einer in die Bohrung einzuschraubenden Verschlussschraube. Die Deckelwände müssen dem Abreissen widerstehen, und der Deckelboden, welcher den eigentlichen Stossboden des Rohres bildet, hat den ganzen Stoss der Geschützladung auszuhalten. Die Dicke dieser Theile wird nach denselben Regeln bestimmt, wie die Metallstärke des Rohres am Patronenlager gegen das Abreissen und am Stossboden gegen das Hinausdrücken nach der Richtung der Rohrachse. Damit der Deckel beim Laden nicht abgenommen werden müsse, wird er in einem Charnierringe am Rohrkörper so befestigt, dass er nach dem Abschrauben in diesem Ringe gehalten und nach der Seite des Rohres umgelegt werden kann. Die Bewegung des Deckels geschieht leicht und schnell mittelst einer in seiner Mitte angebrachten Kurbel oder eines doppelarmigen Wendeisens.

Aus der Vergleichung mit anderen Verschlussvorrichtungen folgt, dass der Deckelverschluss sehr einfach ist, und sehr fest konstruirt werden kann, dass er auch dem Verschmutzen beim Auswischen oder Laden des Rohres nicht ausgesetzt ist, und dass er weder das Rohr verlängert noch dessen Gewicht erheblich vermehrt. Er eignet sich in gleicher Weise für kleine als auch für grosse Rohrkaliber.

Die excentrisch angebrachte Verschlussschraube, Fig. 106, kann ebenfalls nach den schon gegebenen Andeutungen konstruirt und mittelst einer Kurbel bewegt werden. Die Zahl und die Steilheit der Gewinde hat hier auf die Schnelligkeit des Oeffnens der Bohrung keinen Einfluss, denn die Schraube wird beim Laden aus dem Rohre nicht entfernt; es genügt nämlich eine halbe Umdrehung derselben, um das Rohr zu öffnen oder zu schliessen. Die Schnelligkeit, mit welcher dieses Oeffnen und daher auch das Laden des Rohres geschehen kann, empfiehlt diesen Verschluss überall dort zur Anwendung, wo in einer sehr kurzen Zeit eine grosse Zahl von Schüssen gemacht werden soll. Ein Rohr mit diesem Verschlusse dürfte mit Recht den in der früheren Zeit bei den Hinterladungsrohren üblichen Namen Geschwindstück verdienen, Allein so gross auch die Vortheile dieser Verschlussvorrichtung für die Schnelligkeit des Ladens und des Feuerns überhaupt sind, so darf doch nicht übersehen werden, dass sie namentlich bei grossen Kalibern die Dicke des Bodenstückes und das Gewicht des Rohres unnützerweise vermehrt, und dass der Druck der Pulvergase auf einen, ausser der Schraubenachse liegenden Flächentheil des Verschlussstückes ausgeübt wird, wodurch die Gewinde rings um die Schraubenmantelfläche ungleich angegriffen werden und sich in Folge der stattfindenden Hebelwirkung bald abnützen dürften.

Die Hohlschraube S bei dem Riegelverschlusse, Fig. 107, hat der Kraft des Pulverstosses zu widerstehen und muss demgemäss konstruirt werden. Soll der Riegel Q gelockert oder nach dem Einsetzen fest gelagert werden, so wird in den meisten Fällen weniger als eine Umdrehung dieser Schraube genügen, um dies zu erzielen.

Die Schraube ist längs ihrer Achse koncentrisch ausgehöhlt; dieser hohle Raum entspricht dem Kaliber des Rohres im Ladungsraume und

gestattet das ungehinderte Laden des Geschützes nach dem Entfernen des Querriegels. Die Schraube ist gegen jede äussere und innere Beschädigung geschützt, vorausgesetzt, dass sie gegen die Wirkung der Pulverkraft hinlänglichen Widerstand besitzt, was leicht erreicht werden kann.

Der Wirbel- oder Hahnverschluss.

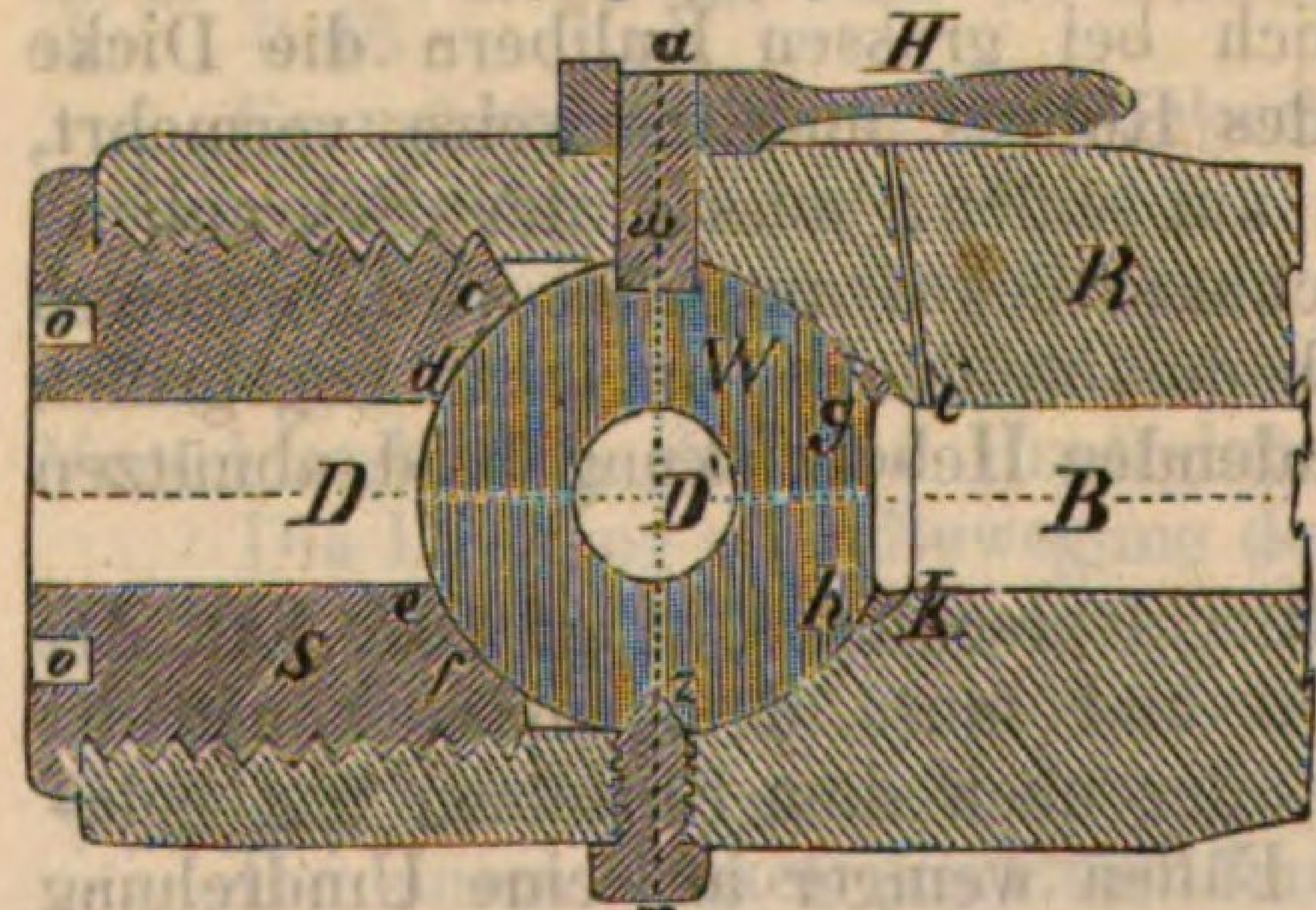
§. 121. Dieser Verschluss lässt eine grosse Mannigfaltigkeit in seiner Anordnung zu. Er besteht der Wesenheit nach aus dem Gehäuse oder Lager, welches der rückwärtige Theil des Rohrkörpers enthält oder bildet, und aus dem Wechsel oder Wirbel, welcher im Gehäuse sitzt und durchbohrt ist. Durch eine Drehung des Wirbels mittelst eines Griffes oder einer Handhabe gelangt die Durchbohrung in die Verlängerung der Seele und das Rohr ist für das Laden geöffnet. Durch die entgegengesetzte Drehung nach dem Laden tritt der massive Theil des Wirbels vor die Bohrungsöffnung und das Rohr ist verschlossen und zum Schusse bereit.

Der Wirbel oder Wechsel muss sich im Sinne seiner Bewegung entweder lockern oder aber fest an die Wände seines Gehäuses anlegen lassen. Hiezu genügen keilartige Scheiben, welche mit der Achse des Wirbels in Verbindung gebracht werden und dergleichen. Das Rohr kann für den Wirbelverschluss entweder horizontal oder vertikal und senkrecht gegen die Rohrachse durchbohrt werden, nur ist dabei darauf zu sehen, dass die Verrichtungen des Richtens und Abfeuerns durch den Verschluss nicht beirrt werden.

Fig. 116 zeigt den Längendurchschnitt eines Pipenverschlusses, dessen Wirbel kugelförmig gestaltet und nach horizontaler Richtung diametral durchbohrt ist.

Das Rohr R ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt und rückwärts so erweitert, dass daselbst der kugelförmige Wechsel W eingesetzt werden kann. Dieser Wechsel schliesst mit seiner Oberfläche passend an den rückwärtigen Theil der Bohrung B und lässt sich mit der Handhabe H um die auf seiner und des Rohres Durchbohrung senkrechte Achse $a\ x$ drehen. Er wird hiebei durch die mit der Handhabe verbundene kurze Welle w und durch den Zapfen Z gestützt, welcher als Schraube von unten das Rohrmetall durchgreift und mit seiner Spitze in das kegelförmig ausgehöhlte Lager an der tiefsten Stelle des Wirbels passt. — Damit der kugelförmige Wirbel nicht durch den Stoss der Pulvergase den Wellentheil w und die Spitze des Zapfens Z abbreche und dann nach rückwärts hinausgeworfen werde, wird in das erweiterte und mit Muttergewinden versehene Bodenstück die Hohlschraube S eingeschraubt, welche sich mit ihrem sphärisch ausgerundeten Ende $c\ d\ e\ f$ an die rückwärtige Kugeloberfläche des Wirbels stützt und letzteren auf diese Weise in seinem Lager festhält. Die Hohlschraube hat an der äusseren Endfläche die Ausschnitte $o\ o$, in welche die Backen des Schraubenschlüssels eingreifen, wenn erstere ein- oder ausgeschraubt, oder angezogen werden soll.

(Fig. 116.)



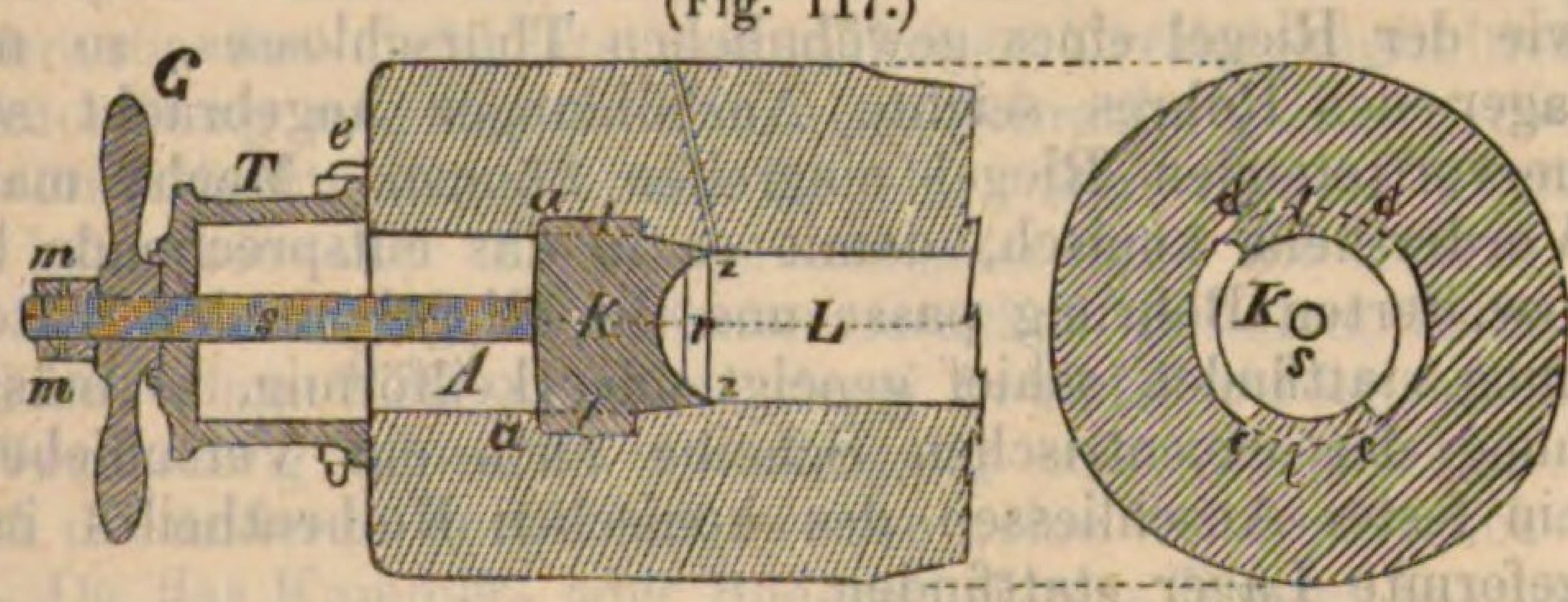
Die Höhlung oder Durchbohrung D dieser Schraube liegt genau in der Verlängerung der Rohrbohrung B. Steht der Wirbel mit seiner horizontalen Durchbohrung D', so wie in der Fig. 116, also senkrecht auf der Seelenachse, so bewirkt die vordere Fläche $g\,h$ desselben den Abschluss der Bohrung. Wird jedoch der Wirbel mittelst der Handhabe H um 90^0 um seine Achse $a\,x$ gedreht, so liegt die Durchbrechung D' desselben in der Verlängerung der Rohrbohrung $B\,D$, und das Rohr kann von rückwärts geladen werden. Nach dem Laden genügt die Drehung der Handhabe um 90^0 nach einer der früheren entgegengesetzten Richtung, um den Verschluss der Bohrung zu bewirken. — Der gasdichte Abschluss soll hier durch einen innen und aussen etwas sphärisch ausgehöhlten Ring $g\,h\,i\,k$ bewirkt werden.

Der Kolbenverschluss.

§. 122. Der Kolbenverschluss ist im Principe sehr einfach und besteht darin, dass der bewegliche Stossboden des Rohres, welcher hier den Kolben bildet, nach dem Einführen in den rückwärtigen Bohrungstheil durch einen Ruck oder durch eine Drehung festgelagert werde. Wie man leicht einsieht, genügt es, den Verschlusskolben an seiner cylindrischen Oberfläche mit Schraubengewinden und das für denselben nöthige Lager in der Rohrbohrung mit entsprechenden Muttergewinden zu versehen, deren Gewindtheile längs der Mantelfläche in gleichen Zwischenräumen (Siehe Fig. 104) ausgeschnitten sind.

Es ist nicht unumgänglich nöthig, dass man an der Mantelfläche des Verschlusskolbens Gewindtheile stehen lässt, die in die entsprechenden Gewindgänge des Kolbenlagers in der Rohrbohrung nach der Drehung des Kolbens gegenseitig eingreifen, sondern es genügt schon, den Kolben an seiner Mantelfläche blos mit Vorsprüngen zu versehen, welche das Einführen desselben in das Kolbenlager nicht hindern, die jedoch nach der Drehung desselben so in den im Lager eingeschnittenen korrespondirenden Vertiefungen sitzen, dass der Kolben durch einen Druck oder Stoss nach seiner Längenachse nicht nach rückwärts bewegt werden kann.

(Fig. 117.)



Ein im Principe dem eben erwähnten ähnlicher Verschluss ist der von dem schwedischen Schiffslieutenant Engström konstruirte Kolbenverschluss, welcher in Fig. 117 dargestellt ist. Der linksstehende Theil der Figur ist ein Längenschnitt durch das Bodenstück und den Verschlussmechanismus und der rechtsstehende Theil der Querschnitt des Rohres nicht unmittelbar, sondern etwas weiter hinter dem Verschlusskolben K. — Das Rohr ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt und im rückwärtigen Bohrungstheile zuerst konisch, dann aber an dem Verschlusskolben und seinen Vorsprüngen entsprechend cylindrisch erweitert. Der Verschlusskolben K passt mit seinem vorderen konischen Theile in die konische Erweiterung der Bohrung und hat an dem rückwärtigen cylindrischen Theile zwei segmentförmige Leisten $l\,l$, mit welchen er an den

Absätzen $a\ a$ seines Lagers festgehalten wird. An der vorderen Basis ist er sphärisch ausgehöhlt und mit einem kupfernen Abschlussringe r versehen; in der Mitte der rückwärtigen Basis hat er einen Stiel s.

Das in der Bohrung rückwärts befindliche Kolbenlager besteht aus zwei cylindrischen Aushöhlungen, von denen die rückwärtige Aushöhlung A den gleichen Durchmesser wie der cylindrische Kolbentheil, die vordere Aushöhlung aber einen um die doppelte Dicke einer Leiste grösseren Durchmesser hat. Die rückwärtige Aushöhlung hat zwei den Leisten des Kolbens entsprechende Längenausschnitte $c\ d$, vermöge welcher es möglich ist, den Kolben mit seinen Leisten bis in die vordere Aushöhlung einzuführen. Wird der in der vorderen Aushöhlung befindliche Kolben an dem Stiele so gedreht, dass seine Leisten von den eben genannten Ausschnitten wegrücken, so werden dieselben von den zwei Randtheilen oder Absätzen $a\ a$ des Lagers, dort wo die zwei Aushöhlungen zusammenstossen, gestützt, und der Verschlusskolben kann in Folge dessen nicht mehr durch die Wirkung der Pulvergase nach rückwärts hinausgeworfen werden.

Der Verschlusskolben hat am Ende seines Stieles zwei Schrauben $m\ m$ und einen doppelarmigen Griff G, mit welchem er in seinem Lager geradlinig bewegt, nach Bedarf gedreht und fest an die Absätze seines Lagers angezogen werden kann. Der Stiel schleift bei der geradlinigen Bewegung des Kolbens in einer Durchbrechung der Verschlussthür T, welche dazu dient, den aus der Bohrung gezogenen Kolben aufzunehmen und zu unterstützen. Diese Thür ist um den Charnierbolzen $e\ f$ drehbar und kann daher sammt dem aufgenommenen Kolben nach seitwärts umgeklappt werden. Ist der Kolben herausgezogen und mittelst der Verschlussthür nach seitwärts gedreht, so kann die Ladung in den Laderaum L eingeführt werden. Nach dem Laden wird die Thür zugemacht, der Kolben mit dem Griffe in sein Lager vorgeschoben und derart gedreht, dass seine Leisten an die Absätze des Lagers anliegen.

Will man den Verschlusskolben durch Riegel festhalten, welche nach dem Einführen desselben in sein Lager durch eine excentrische Scheibe über seine Mantelfläche ähnlich hervortretend gemacht werden, wie der Riegel eines gewöhnlichen Thürschlosses, so müssen im Kolbenlager des Rohres seichte Aushöhlungen angebracht sein, in welche die hervortretenden Riegel eingreifen können. Macht man den Kolben am Vordertheile konisch, damit er in das entsprechende konische Lager der erweiterten Bohrung passe und die Riegel an der Seite, wo ihre Anlehnung stattfindet, schief geneigt oder keilförmig, so müsste durch die Drehung der excentrischen Scheibe auch ein Verschieben, und demzufolge ein festes Anschliessen des konischen Kolbentheiles in das entsprechend geformte Lager stattfinden.

Hat der Verschlusskolben und sein Lager zum Querschnitte eine Spiralfläche, ähnlich wie die Spiralbohrungen und die dazu passenden Geschosse, so lässt sich ein fester Verschluss der Bohrung leicht dadurch bewirken, dass man sowohl das Lager als auch den Kolben nach vorwärts in den korrespondirenden Durchmessern etwas grösser als rückwärts macht.

Sind z. B. die vorderen Durchmesser um 1''' grösser als die gleichnamigen hinteren und ist der radiale Spielraum des Kolbens im Lager 2''', so lässt sich ersterer in letzteres noch gut einführen. Durch eine Drehung des Kolbens verschwindet ebenso wie bei den erwähnten Geschossen der ra-

diale Spielraum und koncentrirt sich zwischen den Keilansätzen am Umfange. Damit durch diesen Spielraum kein Pulvergas entweiche, ist es nur nöthig den vorderen Kolbentheil, dessen Durchmesser kleiner als jener des Erzeugungskreises für die Spirallinie ist, konisch zu machen und passend in das konische Lager der Rohrbohrung schliessen zu lassen.

Der Kammerverschluss.

§. 123. Bei dem Kammerverschluss (Fig. 108) besteht das Rohr aus zwei getrennten Theilen, nämlich aus dem eigentlichen Rohrstücke mit der gezogenen Bohrung, und aus dem Kammerstücke, welches das Patronen- und Geschosslager enthält und das Bodenstück des Rohres bildet. Um das Rohr zu laden, muss das Kammerstück vom Rohrstücke getrennt und genügend weit davon entfernt oder auch gewendet werden, damit man ohne Anstand die Patrone und das Geschoss in ihr Lager bringen könne. Es wird demnach die Kammer eigentlich von vorn geladen und dann durch die Verbindung mit dem Rohrstücke entsprechend verlängert.

Diese Lademethode entbehrt vieler Vortheile der eigentlichen Hinterladung, doch gestattet sie eine solide Konstruktion der Verschlussvorrichtung und diese eignet sich demzufolge vorzüglich für grosse Kaliber und sehr lange Rohre. Der wesentlichste Vortheil, den ein solcher Kammerverschluss gewährt, besteht hauptsächlich darin, dass die Kammer, in welcher die Ladung verbrennt, aus einem einzigen Stücke Metall besteht, daher sehr dauerhaft eingerichtet werden kann; gleichwohl ist auch hier dafür zu sorgen, dass sich die Pulvergase nicht in die Verbindungsstelle der beiden Rohrstücke ergiessen und hier allmälig die bekannten Zerstörungen bewirken. Die Kammer bei dieser Verschlussvorrichtung wird innen nach den für den Verbrennungsraum der Ladung angegebenen Grundsätzen, und aussen nach den bei der Metallstärke des Rohres nächst dem Ladungsraume und am Stossboden aufgestellten Regeln resp. wie das Bodenstück eines Rohres konstruirt. Die Vereinigung des Kammerstückes mit dem eigentlichen Rohre kann auf verschiedene Art bewirkt werden; doch scheint die Schraube das einfachste und sicherste Vereinigungsmittel zu sein. Für die Anordnung und Konstruktion der Schraube genügen die bei den Schraubenverschlüssen angegebenen Regeln. Der vordere Theil des Kammerstückes kann entweder die Schraubenmutter oder die Schraubenspindel bilden. Die Vereinigung des Kammerstückes mit dem Rohrkörper kann auch durch einen Keil oder Querriegel bewirkt werden, doch würde eine solche Verbindung keinesfalls zweckmässig sein, weshalb hier sowohl diese wie auch die anderen Verbindungsweisen keine weitere Berücksichtigung finden. — Da das Kammer- oder Bodenstück des Rohres besonders bei schwerem Kaliber ein grosses Gewicht hat und ohne mechanische Hilfsmittel nicht leicht durch die Bedienungsmannschaft des Geschützes gehandhabt werden kann, so muss man stets eine eigene Vorrichtung mit dem Rohre und dessen Kammerstücke in Verbindung bringen, um das Trennen und Verbinden desselben beim Laden zu erleichtern. Durch diese Vorrichtung wird aber nicht nur das Gewicht des Rohres vermehrt, sondern auch das Geschütz mehr oder weniger komplicirt.

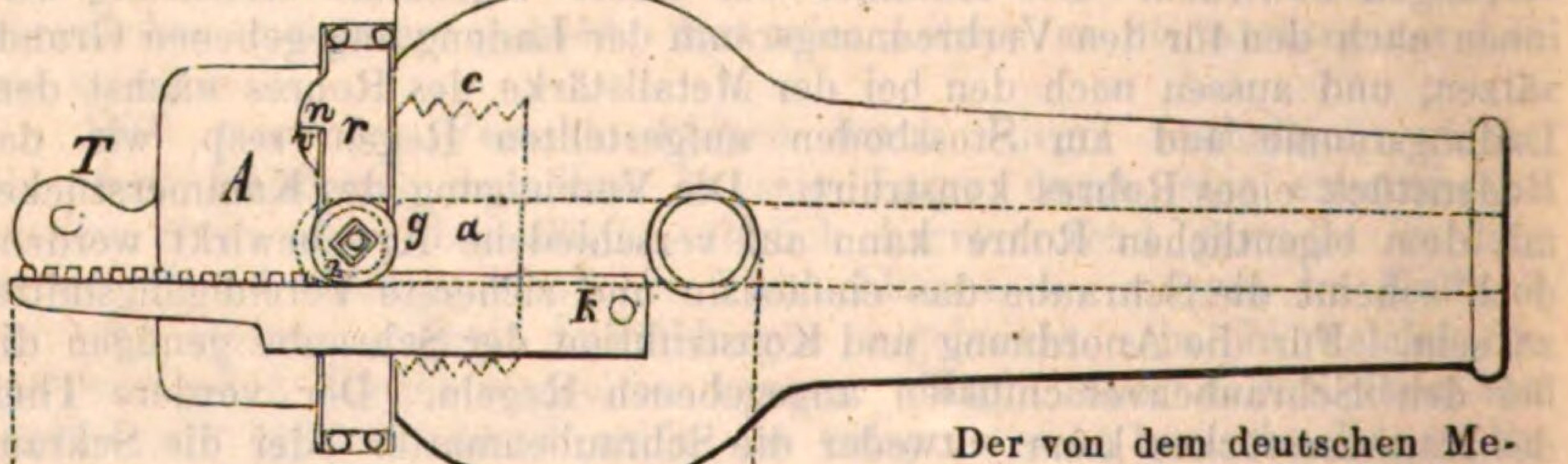
Die Seitenverschlüsse.

§. 124. Die Seitenverschlüsse würden viele Vortheile beim Laden des Rohres bieten, wenn sie sich in der Anwendung bewähren würden. Es ist begreiflich, dass es nur nöthig wäre, die Ladung in das seitwärts am Laderaume geöffnete Rohr hineinzulegen und dann die Oeffnung zu verschliessen, um das Geschütz schussfertig zu machen. Die Verschlusswand wäre dabei nur gegen das seitwärtige Hinausdrücken zu sichern, was durch eine zweckmässige Konstruktion und Verbindung mit dem Rohrkörper nicht schwer zu erreichen sein dürfte. Das Oeffnen und Schliessen der Seitenwand könnte schuberartig entweder nach dem Umfange oder nach der Längenrichtung des Rohres geschehen. Allein der gasdichte Abschluss dürfte schwierig herzustellen sein, wenn nicht eine besondere Büchse für die Pulverladung angewendet wird, in welcher nach Umständen auch das Geschoss enthalten sein könnte.

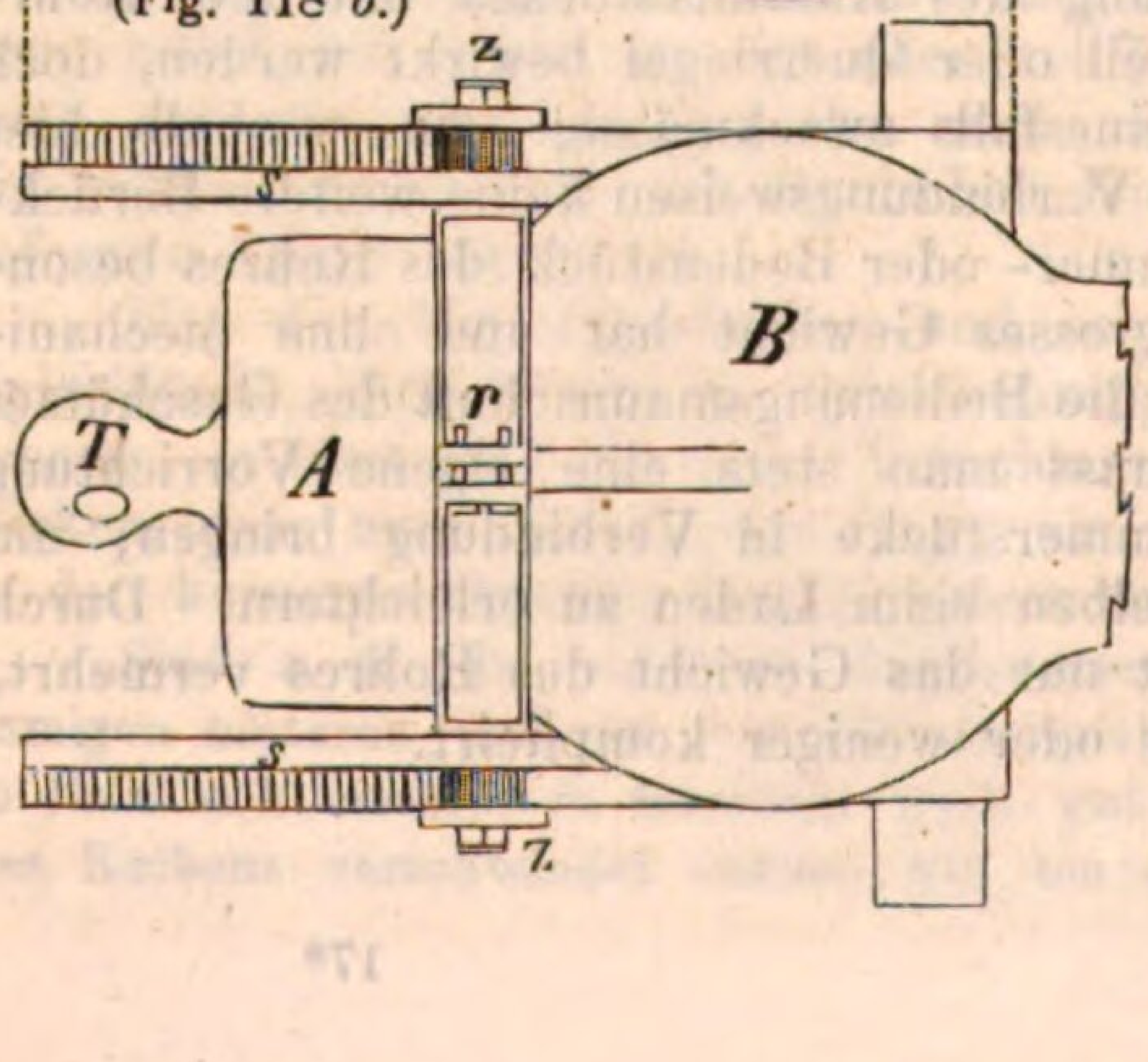
Der in Fig. 109 dargestellte Seitenverschluss wurde anfänglich von **Armstrong** bei seinen Hinterladungsrohren angewendet und hat wahrscheinlich zu seinem jetzigen Riegelverschlusse mit Hohlschraube, Fig. 107, das Vorbild abgegeben. Wie man leicht entnehmen kann, wird der Rohrkörper durch den erwähnten Seitenverschluss bedeutend verlängert und erschwert, das Laden jedoch keinesfalls so begünstigt, wie es oben bei den Seitenverschlüssen angeführt wurde.

§. 125. Im Folgenden geben wir die Beschreibung der Einrichtung und Anordnung einiger der bekanntesten Verschlussapparate um einen Vergleich derselben zu ermöglichen und das in diesem Abschnitte Gesagte zu ergänzen.

(Fig. 118 *a.*)



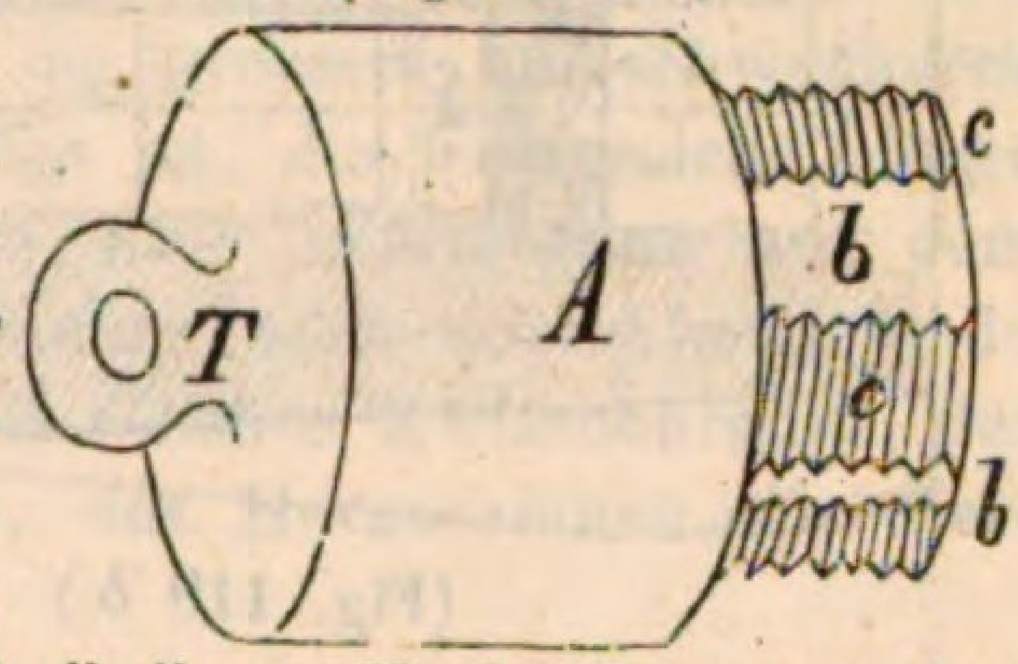
(Fig. 118 *b.*)



Der von dem deutschen Mechaniker **Schenkel** erfundene und durch den Nordamerikaner **Eastmann** zur Ausführung gebrachte **Kammer-Verschluss** ist in Fig. 118 dargestellt. Fig. 118 *a* ist die Seitenansicht und Fig. 118 *b* die obere Ansicht des Rohres, Fig. 118 *c* die Ansicht der Verschluss- oder Kammerschraube und Fig. 118 *d* die Ansicht des hinteren Rohrtheiles, in welchem die Schraube befestigt wird. Der Verschluss wird durch die

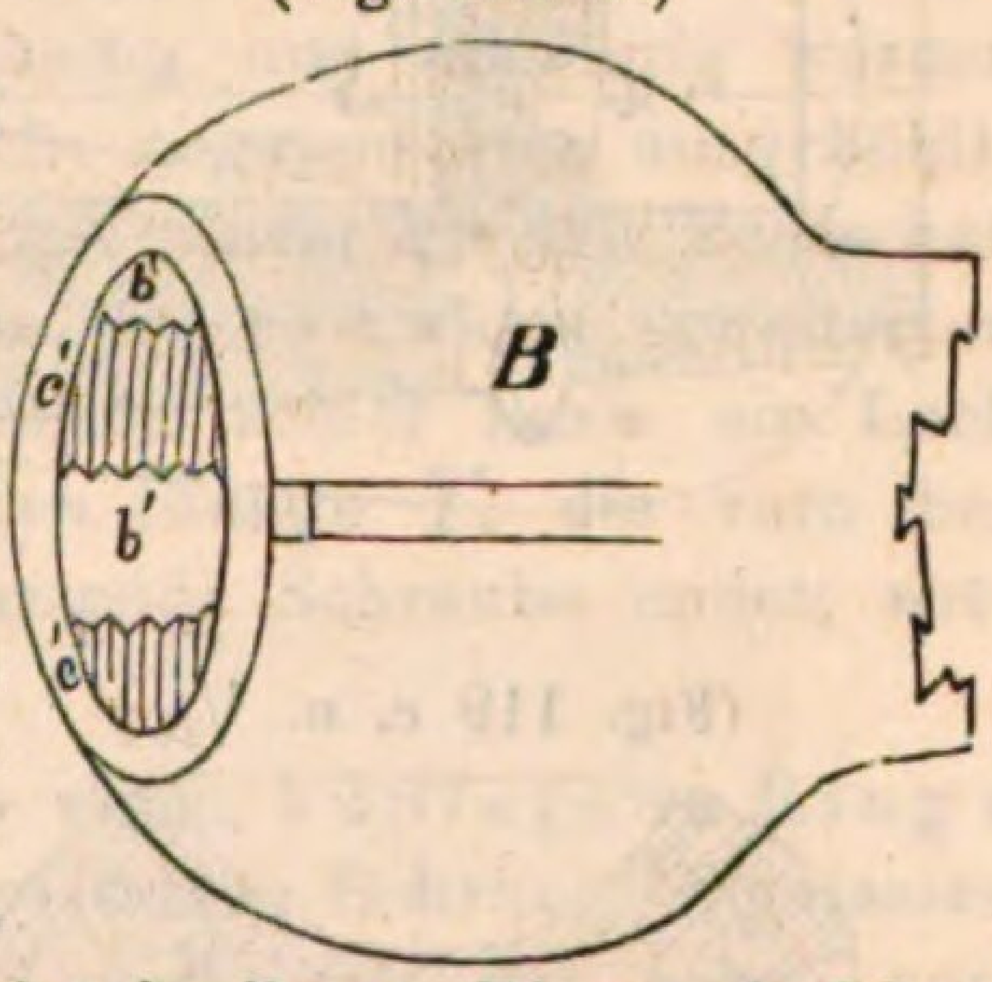
Patent-Schwanzschraube *A* bewirkt. An dieser zur Aufnahme der Ladung innen ausgehöhlten und das Kammer- oder Verschlussstück des Rohres bildenden Schraube ist das Gewinde an drei Stellen durch parallel zur Rohrachse laufende, ungefähr $^1/_6$ des Umfanges breite und glatte Ausschnitte *b*, Fig. 118 *c*, unterbrochen. In gleicher Weise ist das Schraubengewinde der in dem hinteren Ende der Bohrung eingeschnittenen Mutter *B*, Fig. 118 *d*, an drei Stellen *b'* entfernt. Wenn irgend eine vom Gewinde befreite Stelle der Schraube einer mit dem Gewinde versehene Stelle *c'* der Mutter gegenüber zu liegen kommt, so lässt sich die Kammerschraube ohne Anstand fast bis an das entgegengesetzte Ende der Mutter schieben. Wird hierauf die Kammerschraube um den sechsten Theil ihres Umfanges gedreht, so greifen die Gewinde *c*, *c'* beider Theile in einander und die vordere Fläche der Schraube wird an die hintere Fläche des Rohres dicht angepresst.

(Fig. 118 c.)



Das geradlinige Bewegen der Kammerschraube, die fast $^1/_3$ des ganzen Rohrgewichtes schwer ist, wird durch zwei Getriebe und zwei gezähnte Stangen erleichtert. Das Kammerstück ist nämlich mit einem eisernen Ringe *r* umgeben, welcher an beiden Seiten mit den Getrieben verbunden ist. Diese Getriebe haben an ihrer Aussenfläche prismatische Zapfen *z* für den Angriff der Hebel oder Kurbeln und wälzen sich, während die letzteren gedreht werden, auf den starken eisernen Zahnstangen *s*, die beiderseits des hinteren Rohrkörpers mittelst Schrauben parallel zur Rohrachse befestigt sind. Die Kammerschraube ist in ihrem Ringe drehbar, und hat rückwärts eine durchbrochene Traube *T*. Die Drehung wird durch einen eisernen, in das Loch der Traube gesteckten Hebel bewirkt. Damit aber diese Drehung auf das gehörige Mass begrenzt werde, ist die Kammerschraube in ihrem Ringe mit einem Vorsprunge *v* versehen, welcher an die am Ringe befindliche Nase *n* anstösst und dadurch das weitere Drehen verhindert.

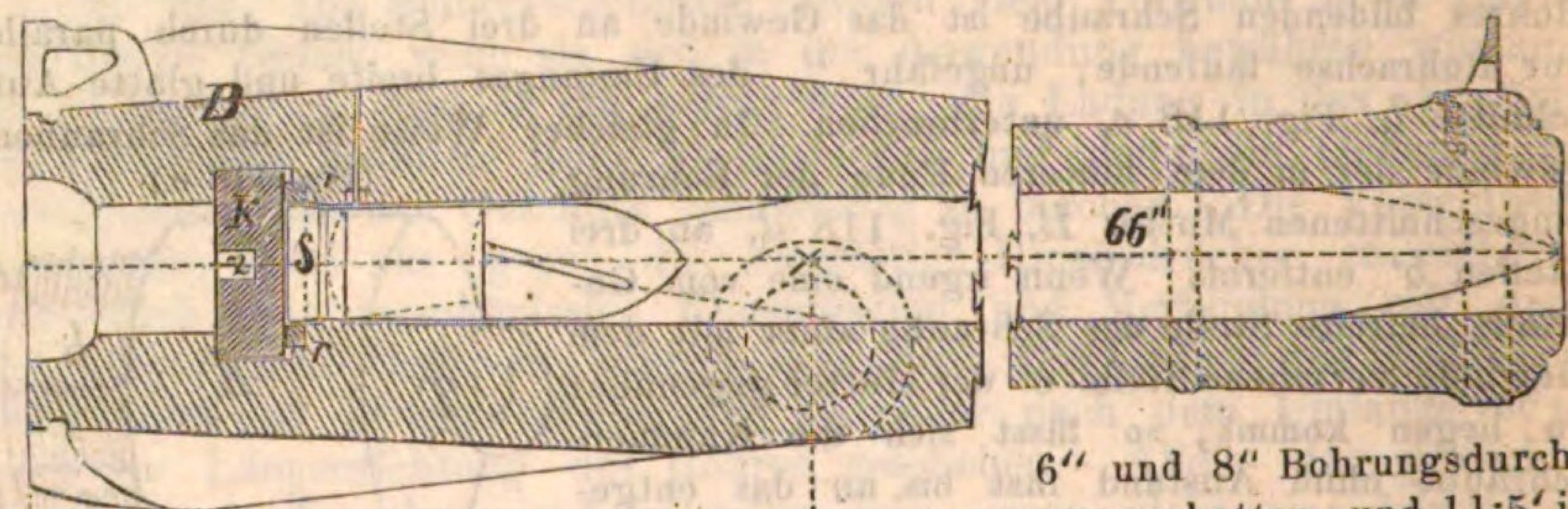
(Fig. 118 *d.*)



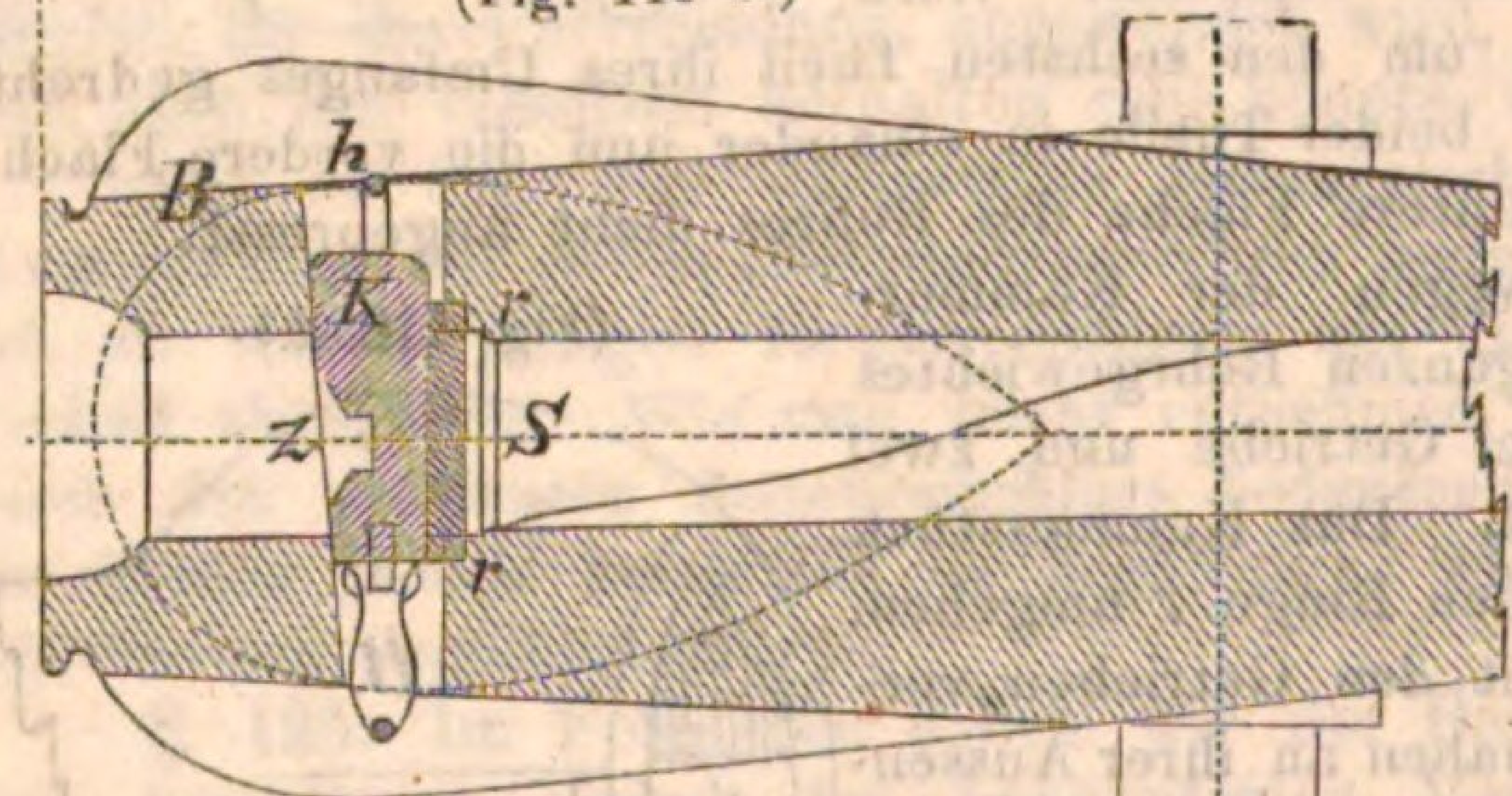
Das Oeffnen des Rohres geschieht dadurch, dass man das Ende des eisersen Hebels in das Loch der Traube steckt und damit die Kammerschraube so weit dreht, bis der gegenseitige Eingrift der Schrauben- und Muttergewinde ganz aufgehoben ist, was nach $^1/_6$ einer Umdrehung stattfindet, und dass man sodann die zwei am Ringe angebrachten Getriebe mittelst der Kurbeln in Bewegung setzt, bis dadurch die Kammerschraube aus dem Rohrkörper herausgezogen ist. Soll das geöffnete Rohr geladen und verschlossen werden, so drückt man die Traube nach abwärts, bringt die Ladung in die nun nach aufwärts stehende Kammer, und macht das Geschütz durch das so eben beschriebene jedoch entgegengesetzte Verfahren in umgekehrter Reihenfolge schussfertig.

Im Jahre 1853 wurde ein derartiges Kammerladungs-Geschütz mit gezogener Bohrung in Boston und South-Boston durch Artillerie-Offiziere einer Reihe von Versuchen unterworfen, welche günstig ausfielen. Im Jahre 1855 kaufte die englische Regierung 6 derlei aus Gusseisen erzeugte Kanonen, die

(Fig. 119 *a*, n. 1/20.)



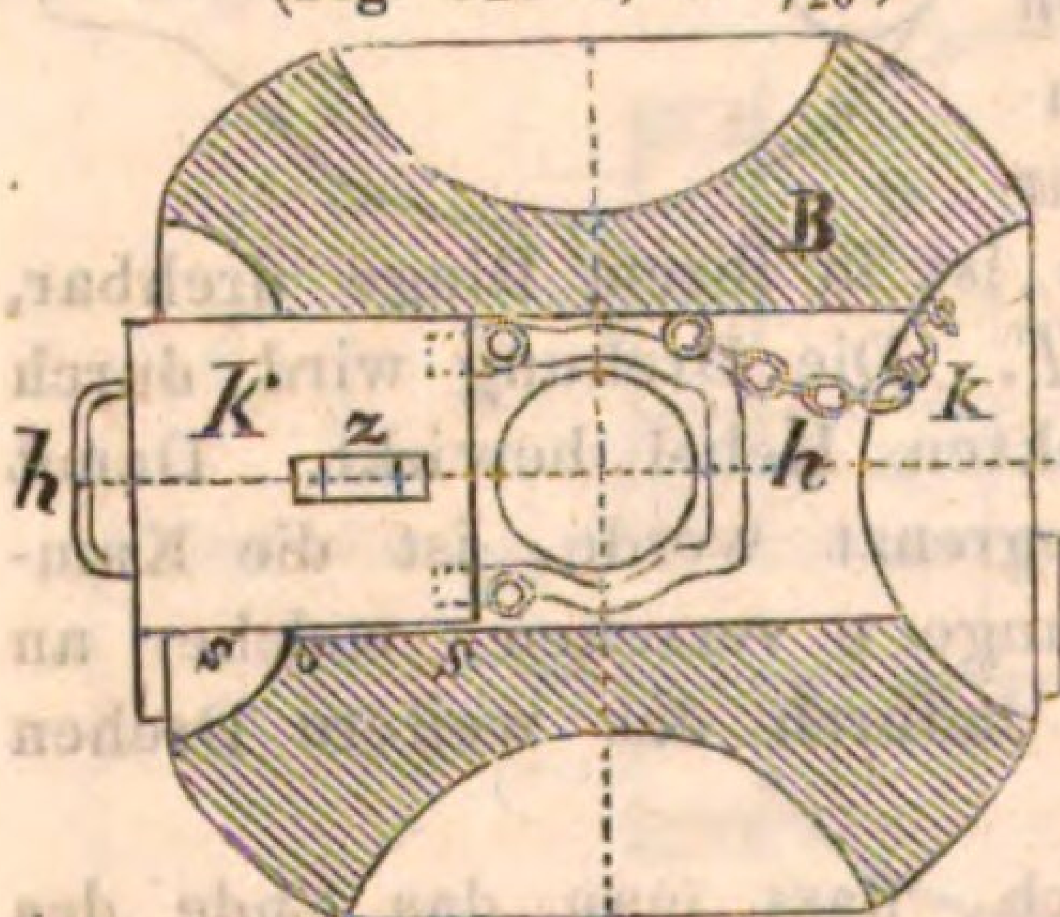
(Fig. 119 *b*.)



6'' und 8'' Bohrungsdurchmesser hatten, und 11·5′ in der das ganze Rohr durchgreifenden Bohrung lang waren, und ungefähr 83 Ctr. wogen. Die Bohrung hatte 5 mit den Feldern gleich breite Züge.

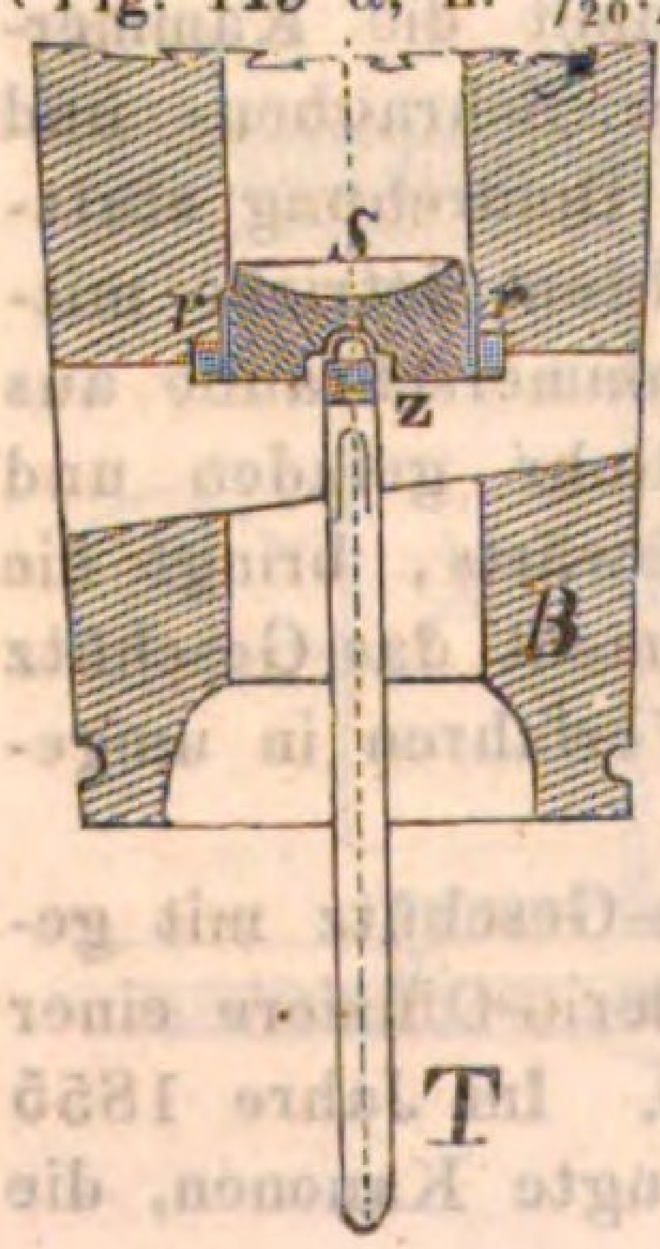
Der von dem k. sardinischen Artillerie-Major C a v a l l i, i. J. 1846, konstruirte K e i l v e r s c h l u s s ist sammt der 30pf. Bombenkanone, an der dieser Verschluss versucht wurde, aus der Fig. 119 ersichtlich. Die Fig. 119 *a* stellt den vertikalen, die Fig. 119 *b* den horizontalen Längendurchschnitt und die Fig. 119 *c* den rückwärtigen Querschnitt des Rohres und die Ansicht der Verschlussvorrichtung, endlich die Fig. 119 *d* den horizontalen Schnitt des Bodenstückes ohne Keil, jedoch mit der am Verschlusskolben angeschraubten Stange vor.

(Fig. 119 *c*, n. 1/20.)



Das B o d e n s t ü c k *B* hat zur Aufnahme des Keiles *K* senkrecht auf der Bohrungsachse in der horizontalen Ebene einen vierseitigen Ausschnitt. Die schiefe Fläche dieses Ausschnittes kommt mit der schiefen Fläche des Keiles in Berührung und liegt nach rückwärts. — Der aus Schmiedeisen angefertigte K e i l *K* ist an der, die Bohrung abschliessenden Fläche rechtwinklig, an der entgegengesetzten oder rückwärtigen Fläche aber geneigt, und nur so lang, dass die Bohrung von der vorderen Fläche desselben verlässlich abgeschlossen wird. Die Tangente des Neigungswinkels der rückwärtigen Keilfläche zur vorderen beträgt 0·125 und ist gleich dem Reibungskoefficienten zwischen dem Gusseisen des Rohres und dem Materiale des Keiles. Diese Anordnung soll verhindern, dass der Keil weder durch den Stoss der Pulverladung von seiner Stelle weicht,

(Fig. 119 *d*, n. 1/20.)



noch dass er zu sehr im Ausschnitte eingezwängt werde. Die an seiner unteren Fläche angebrachten drei vorstehenden Schraubenköpfchen *s*, *s*, *s* sollen die Adhäsion an der unteren Fläche des Ausschnittes verhindern, also die Bewegung erleichtern. An der breiten rückwärtigen Fläche befindet sich ein Zapfenloch *z*, um den Keil mittelst eines eingelegten entsprechend geformten Hebels nach dem Schusse lüften zu können. An den beiden Enden des Keiles sind Handhaben *h*, *h* angebracht, wovon die grössere am schwächeren Ende, mittelst einer Kette *k* an das Rohr befestigt ist, die eine solche Länge hat, dass der am anderen Ende herausgezogene Keil nicht ganz aus dem Ausschnitte treten kann, sondern während des Ladens noch mit seinem Ende darin stecken bleibt. In dieser Lage gestattet der lichte Zwischenraum der grösseren Handhabe, welche die Bohrung umfasst, das Herausziehen des Verschlusskolbens und das Einbringen der Ladung.

Der Verschlusskolben *S* oder der bewegliche Stossboden dient hier eigentlich als Mittelkörper zwischen der Ladung und dem Keile; er empfängt den direkten Stoss der Pulvergase, überträgt denselben erst dann an den Keil, und verhindert, dass sich Pulverrückstände an denselben anlegen, wodurch später das Abschliessen unvollständig und schwierig werden würde. Dieser Kolben ist an seiner vorderen Fläche segmentartig ausgehöhlt, an seiner Mantelfläche cylindrisch gestaltet und mit einem kleinen konischen Absatze versehen, der sich an die konische Fläche der rückwärts erweiterten Bohrung anschliesst. Er hat rückwärts in der Mitte seiner Basis ein Loch mit Muttergewinden und wird mit einer hölzernen Stange *T*, die vorn beschlagen ist und in eine in die Muttergewinde passende Schraube endet, entfernt oder eingeführt.

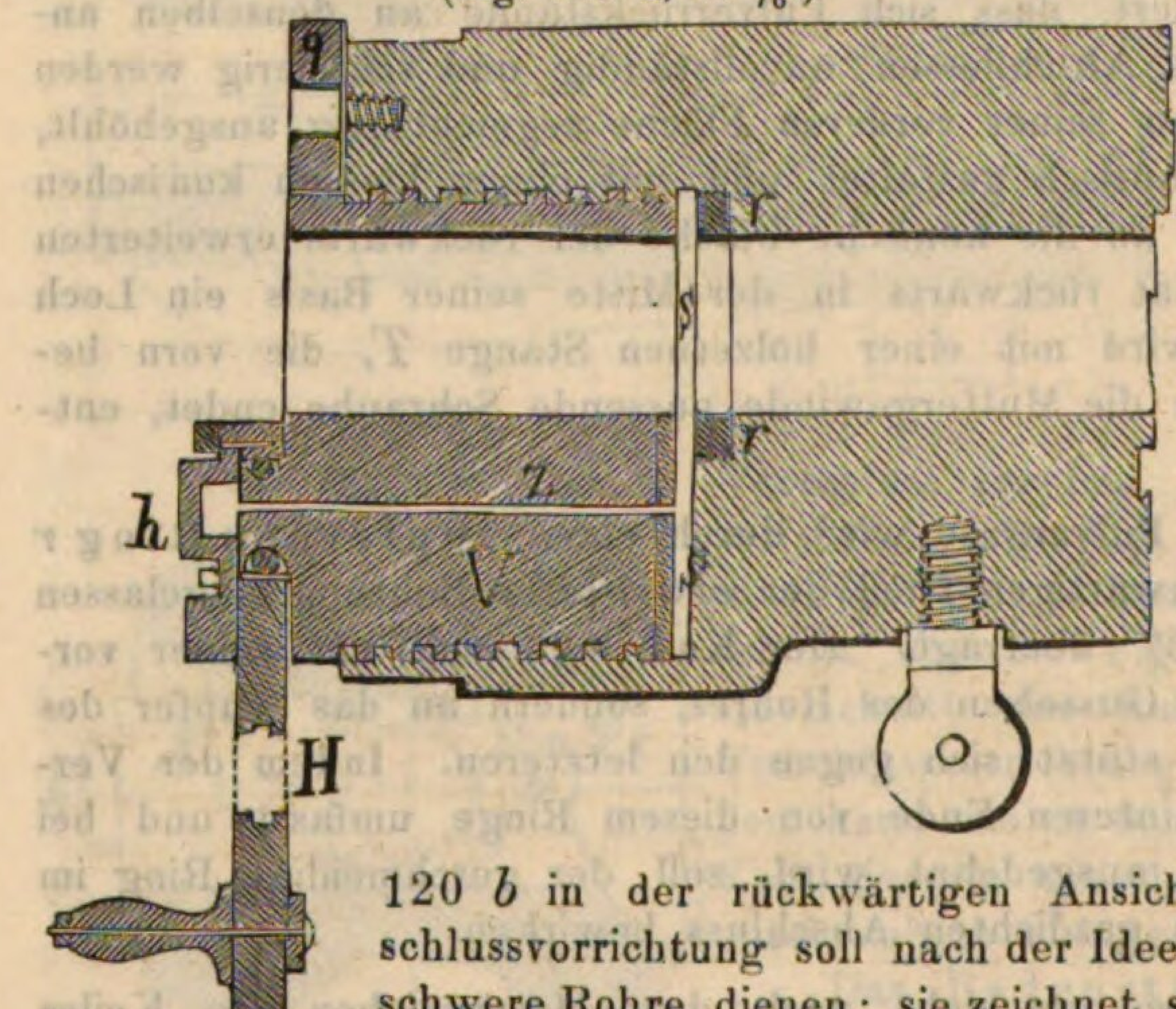
Das Entweichen der Pulvergase wird durch einen kupfernen Ring *r* verhindert, der in den rückwärtigen Theil der erweiterten Bohrung eingelassen ist, und dieselbe $2^3/_4$ bis $3'''$ überragt. Der Keil legt sich mit seiner vorderen Fläche nicht an das Gusseisen des Rohres, sondern an das Kupfer des vorspringenden Ringes und stützt sich gegen den letzteren. Indem der Verschlusskolben an seinem hinteren Ende von diesem Ringe umfasst und bei der Explosion der Ladung ausgedehnt wird, soll der geschmeidige Ring im Vereine mit dem Keile den gasdichten Abschluss bewirken.

Das Laden des Rohres geschieht nach dem Herausziehen des Keiles und nach dem Entfernen des Verschlusskolbens. Die Bedienungsmannschaft bewirkt zuerst das Lüften und Rücken des Keiles mittelst des Hebels, indem sie denselben mit seinem vorderen Ende (Zapfen) in das in der hinteren Keilfläche befindliche Zapfenloch *z* einsetzt und am hinteren Ende wirkt. Gleichzeitig wird der Keil mit seinen Handhaben gelüftet und in die Lage, Fig. 119 c, gebracht. Nachdem mittelst der hölzernen Stange der bewegliche Stossboden entfernt wurde, ist das Rohr offen und zum Laden bereit. Das Spitzgeschoss wird mit der Beobachtung, dass seine Spitze nach vorn liegt und seine Leisten in die Züge eingreifen, eingeführt und mit einem Setzkolben, an dem das Mass des Hineinreichens durch einen Querarm begrenzt ist, in den Laderaum gelagert. Sofort wird die Patrone, die fast $1''$ Spielraum hat, dann der Verschlusskolben eingeführt, und der Keil mittelst der Handhaben durch zwei Mann, von denen der eine zieht, der andere aber stosst, an seinen Ort festgelagert, wodurch der rückwärtige Theil der Bohrung geschlossen und das Geschütz schussbereit ist.

Die Bohrung des gusseis. 30pfd. Rohres, welches Cavalli bei seinen ersten Versuchen verwendete, hatte 6·26″ Bohrungsdurchmesser und erweiterte sich am Ende für die Aufnahme des Verschlusskolbens bis auf 6·64.″ Dieser Kolben trat mit seinem vorderen, im Durchmesser kleineren Theile noch 2·38″ in die Bohrung, die von dieser Stelle ungefähr 6·5′ oder 12·5 Kaliber Länge hatte. Das Rohr war mit zwei Zügen von 3·64‴ Tiefe und 14·57‴ Breite versehen, welche bis an den Verschlusskolben reichten, und daselbst mit ihren Enden in der Vertikalebene lagen. Die Dralllänge betrug 11·9′ und der Drallwinkel 7°51′. Das Rohr war ungefähr 8·4′ lang und wog 60 Ctr. Das cylindro-ogivale Geschoss war 2·3 bis 2·7 Kaliber lang, hatte zwei in die Züge passende und angegossene Leisten, wog ungefähr 54 Pfd., und wurde mit 4·3 Pfd. ($^1/_{13}$ Geschossschwere) Ladung geschossen.

Wenn man die Einrichtung des Verschlussmechanismus und die Lademethode untersucht, so wird man finden, dass der Verschlusskolben leicht hätte entbehrt werden können, dass er das Laden komplicirt, und dass das Lüften des Keiles mit grossen Umständen verbunden ist, endlich dass der kupferne Ring in der angegebenen Anordnung keinen gasdichten Abschluss gewähren kann. Die Versuche *) zeigten auch, dass der Keil oft nur mit grosser Beschwerlichkeit gelüftet werden konnte, selbst wenn man denselben mit Wasser anfeuchtete oder mit Fett einschmierte, und dass sich der kupferne Ring nach dem Schusse rückwärts schob und gegen den Keil drückte, wonach das Pulvergas neben dem letzteren herausdrang.

(Fig. 120 *a*, n. $^1/_6$.)

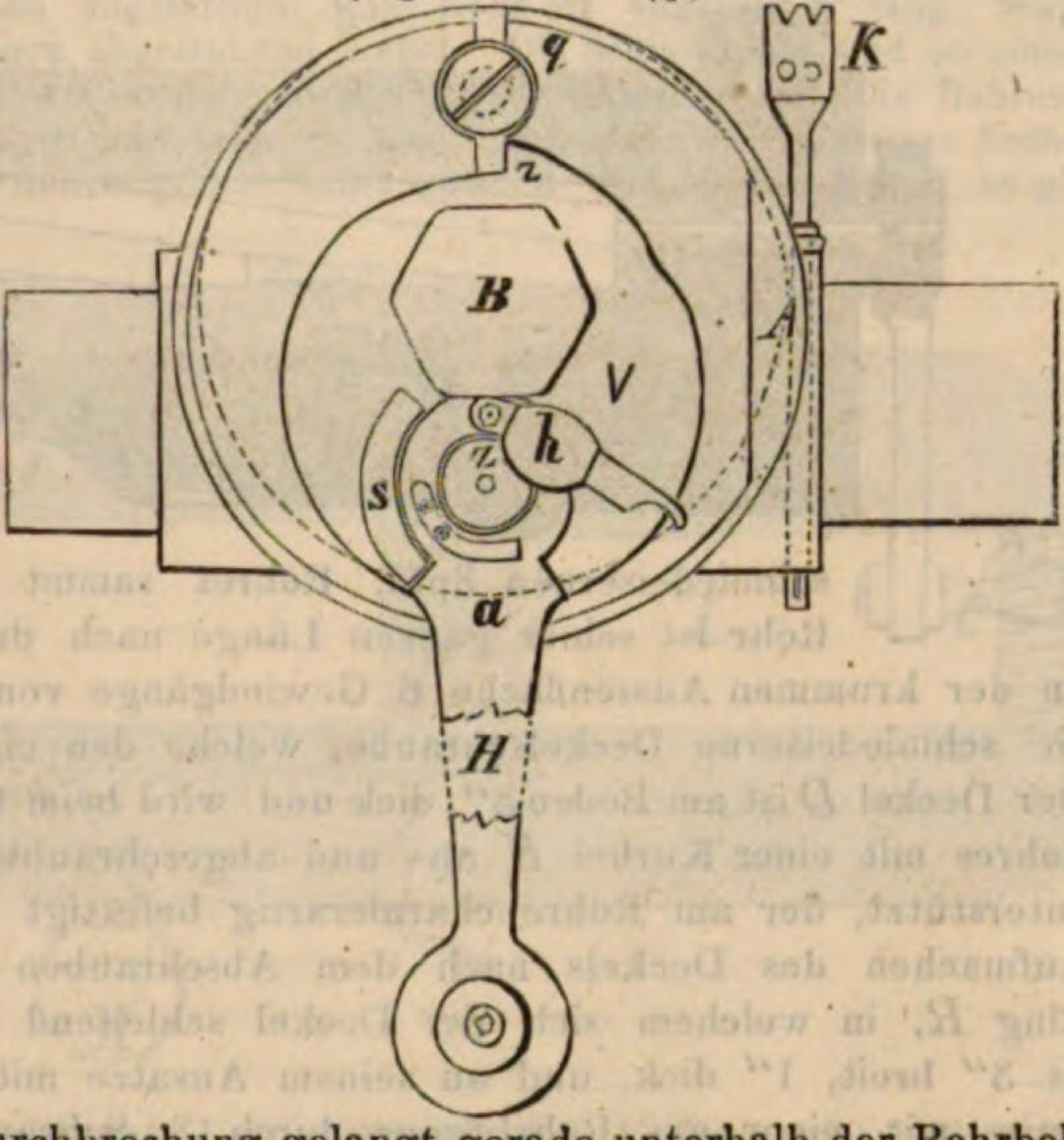


Der von dem Fabriksbesitzer Clay zu Liverpool konstruirte und später von Schalk etwas abgeänderte Schraubenverschluss ist für 9pfd. Hinterladungsrohre in Fig. 120 *a* im Längenschnitte und in Fig. 120 *b* in der rückwärtigen Ansicht dargestellt. Diese Verschlussvorrichtung soll nach der Idee des Erfinders besonders für schwere Rohre dienen; sie zeichnet sich durch grosse Einfachheit und dadurch aus, dass sie ein sehr schnelles Laden des Rohres gestattet.

*) Nach Berichten schwedischer Offiziere, die in Gegenwart mehrer fremdländischer Offiziere in den Jahren 1846 und 1847 Vergleichsversuche mit Kammerladungsgeschützen nach dem Entwurfe Cavalli's und Wahrendorff's vorgenommen hatten, zeigte die Verschlussvorrichtung des ersteren Konstrukteurs mehrere nenneswerthe Mängel; so wird vorzüglich angeführt: dass der Keil aus geschmiedetem Eisen und höchst sorgfältig ausgearbeitet sein muss, um theils die nöthige Widerstandsfähigkeit zu bieten, theils die Bohrung vollständig abzuschliessen; dass die Bewegung des Keiles nach einigen Schüssen bedeutende Schwierigkeiten zeigt, selbst wenn Fett oder Wasser als Schmiermittel angewendet werden, dass der bewegliche Stossboden nach jedem Schusse herausgezogen und nach eingeführter Ladung wieder vorgeschoben, hiezu jedoch die Stange an- oder abgeschraubt werden muss, wodurch das nicht selten nothwendige Feuer verzögert wird; dass nach dem Oeffnen des Bodenstückes der Rauch aus demselben dringt und so die Casematte oder den Schiffsraum belästigend füllt, was nach der Angabe Cavalli's wohl durch Blasen in die Bohrung verhütet werden kann; endlich dass der kupferne Ring manchmal nach dem Schusse sich rückwärts schiebt und gegen den Keil drückt, wodurch die Pulvergase neben dem letzteren entweichen können.

Das Rohr ist ganz durchbohrt, im rückwärtigen Theile excentrisch zur Rohrachse, für die Aufnahme der Verschlussschraube *V* ausgehöhlt, und daselbst mit flachen Muttergewinden versehen. Der gezogene Theil der Bohrung hat im Querschnitte die sechseckige Gestalt und erstreckt sich von der vorderen Fläche der Verschlussschraube bis zur Mündung. Die Verschlussschraube *V* hat einen mehr als zweimal grösseren Durchmesser als die Bohrung, und ist an der Mantelfläche mit flachen Gewinden versehen, mit welchen sie in die mit Muttergewinden versehene rückwärtige Aushöhlung des Rohres passt. Ihre Achse liegt etwas unterhalb der tiefsten Stelle der Bohrungswand und ist zur Rohrachse parallel. Die Schraube bleibt beständig im Rohre, hat eine zur Einführung der Ladung bestimmte Durchbrechung oder Bohrung *B*, welche im Querschnitte mit jenem der Rohrbohrung über einfällt und gleichsam die Verlängerung der letzteren bildet. (In Fig. 120 ist die Schraube in dieser Art gestellt.) Wird die Schraube um 180° in das Rohr gedreht, so verschliesst ihr massiver Theil die Bohrung und die Durchbrechung gelangt gerade unterhalb der Rohrbohrung. Bei der ersteren Stellung der Schraube kann sonach das Rohr geladen, bei der letzteren abgefeuert werden. Die Schraube wird mittelst der an ihr beweglich angebrachten 1′ langen, kurbelartigen Handhabe *H* von unten nach links gedreht, wobei sich der Ansatz *a* der letzteren an das vorspringende Segment stützt, und so die Drehung ermöglicht. Damit die Schraube beim Laden stets ihre richtige Stellung einnehme, ist an derselben rückwärts ein Zahn angebracht, welcher an das, an der rückwärtigen ebenen Rohrfläche angeschraubte Querstück *q* stösst, und dadurch die weitere Drehung unterbricht. Damit die Verschlussschraube bei der excentrischen Lage zur Rohrbohrung genügenden Raum und Haltbarkeit im rückwärtigen Rohrtheile finde, ist dieser Theil nach unten entsprechend verstärkt.

(Fig. 120 *b*, n. 1/6.)



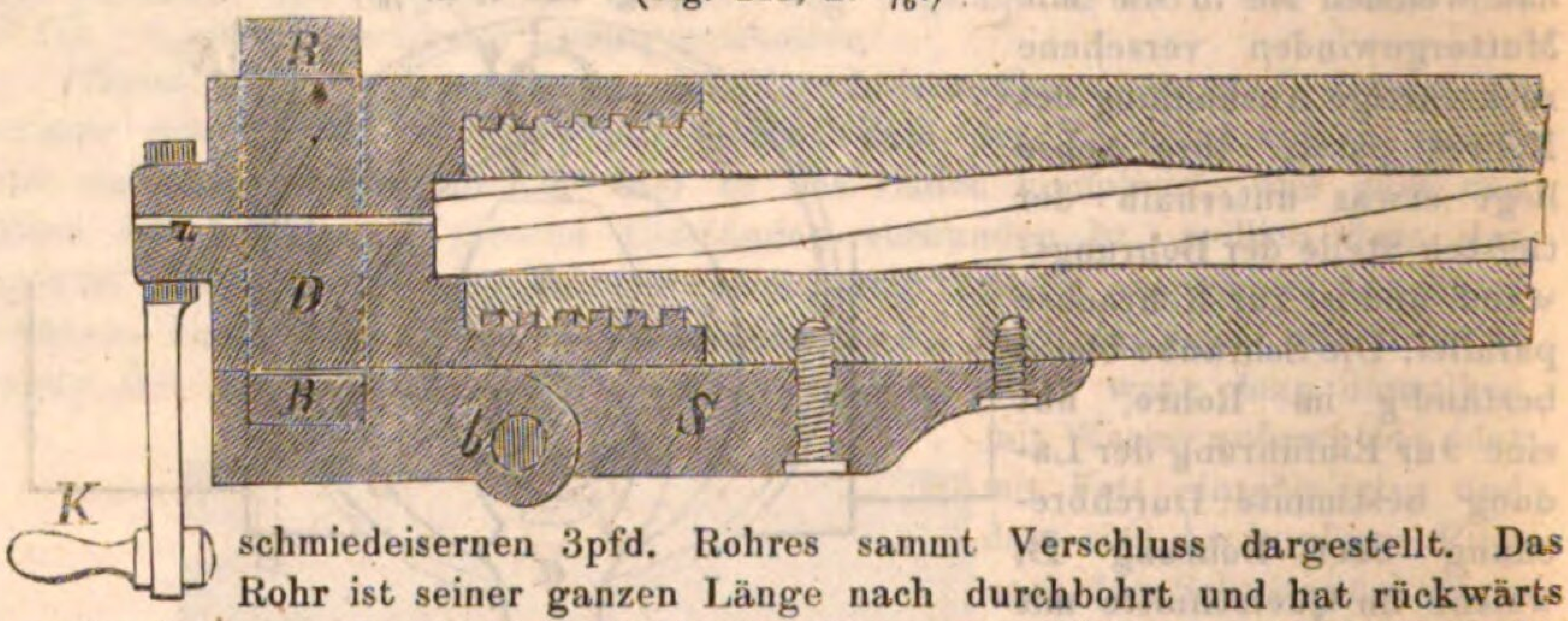
Die Verbesserung, die Schalk an diesem Verschlussmechanismus anbrachte, besteht hauptsächlich darin, dass er den hinteren Bohrungsrand mit einem eingeschraubten kupfernen Ringe *r* auslegte und an der vorderen Fläche der Verschlussschraube eine kupferne Scheibe *s* anbrachte, um einen dichteren Abschluss als in dem Falle zu erzielen, wenn Eisen gegenseitig in Berührung kommt. Auch hat er das Zündloch *z* rückwärts in der Verschlussschraube angebracht, und dasselbe durch einen Sicherheitsschieber *h* verwahrt, damit beim Feuern das der Bedienungsmannschaft schädliche Herauswerfen der Schlagröhrchen verhindert werde.

Zum Richten dieses Rohres dient das am rechten Schildzapfen ange-

brachte Visirkorn K, und der rückwärts am Bodenstücke im Ausschnitte A angebrachte verschiebbare Aufsatz, welcher zu diesem Zwecke in die Tasche eines um das Rohr gelegten kupfernen Ringes gesteckt wird.

In Bezug auf Einfachheit und Dauerhaftigkeit dürfte der von dem englischen Ingenieur Whitworth bei seinen Rohren angewendete Schraubendeckel-Verschluss einen der ersten Plätze unter den verschiedenen Verschlussapparaten einnehmen. In Fig. 121 ist der Längendurchschnitt seines

(Fig. 121, n. $^1/_6$.)



schmiedeisernen 3pfd. Rohres sammt Verschluss dargestellt. Das Rohr ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt und hat rückwärts an der krummen Aussenfläche 6 Gewindgänge von 3''' Höhe und 1''' Tiefe für die schmiedeiserne Deckelschraube, welche den eigentlichen Stossboden bildet. Der Deckel D ist am Boden 3'' dick und wird beim Oeffnen oder Verschliessen des Rohres mit einer Kurbel K an- und abgeschraubt, hiebei von einem Ringe R unterstützt, der am Rohre charnierartig befestigt ist, und das Umlegen oder Aufmachen des Deckels nach dem Abschrauben ermöglicht. Der Charnier-Ring R, in welchem sich der Deckel schleifend hin- und herbewegen lässt, ist 3'' breit, 1'' dick, und an seinem Ansatze mittelst eines Bolzens charnierartig mit einer am Rohrkörper durch 3 Schrauben befestigten Schiene S verbunden, so dass er mit dem abgeschraubten Deckel um 90^0 nach rechts gewendet werden kann. Wie man sieht, wird das Rohr durch den Deckelverschluss nicht verlängert.

Das Zündloch z befindet sich im Deckel, wozu dieser nach der Richtung der Rohrachse durchbohrt ist. Der gasdichte Abschluss wird während des Schusses durch die aus verzinntem Eisenblech angefertigte Patronenbüchse hergestellt, welche mit geringem Spielraum in die Bohrung passt. Bei schweren Kalibern wird die Eisenschiene, welche das Charniergelenk bildet, mittelst eines auf das Rohr getriebenen breiten Ringes befestigt, oder besser noch durch diesen Ring ersetzt. Beim 80-Pfdr. wird der Schraubendeckel mittelst zweier Handhaben bewegt.

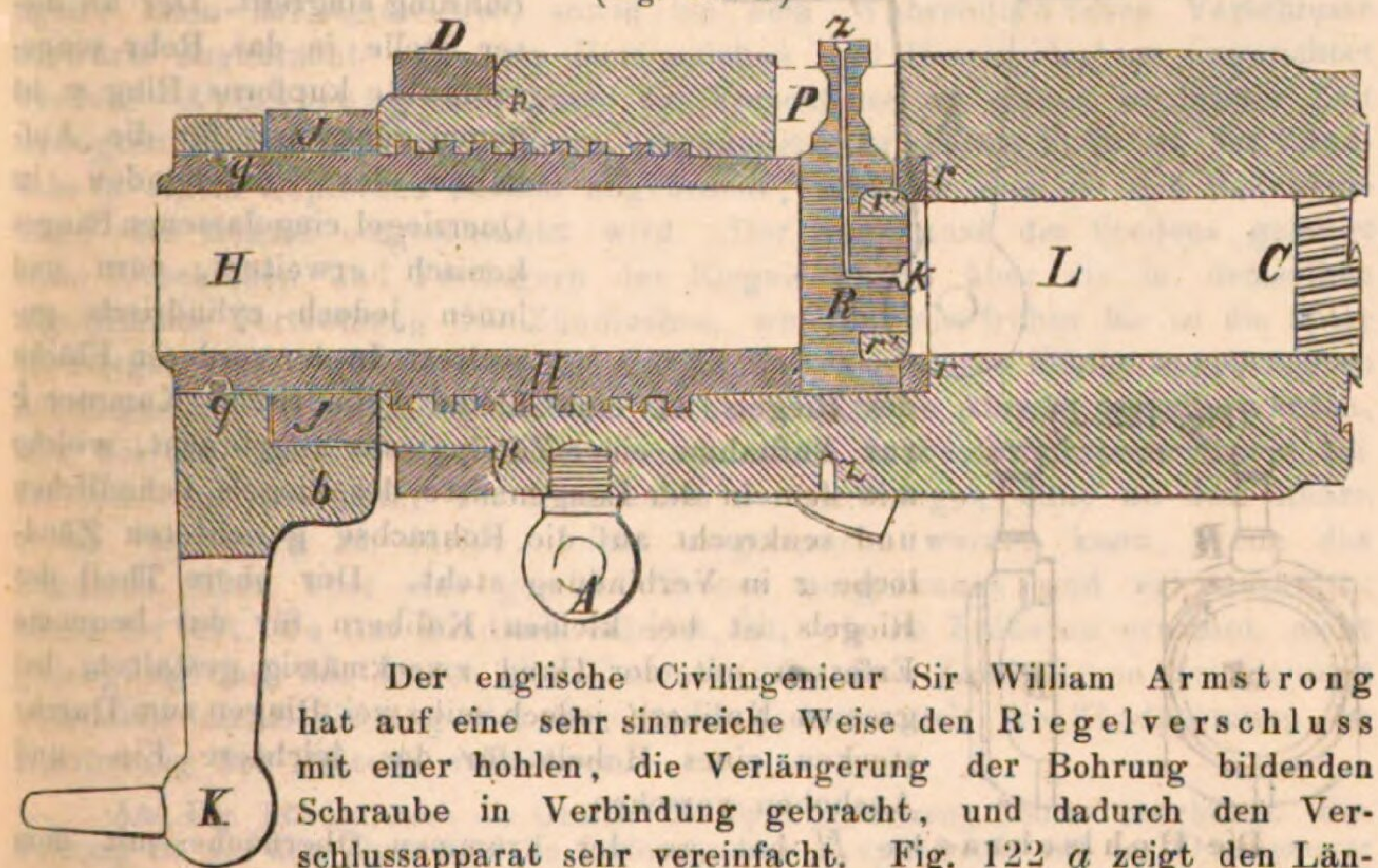
Soll das Rohr geladen werden, so wird der Deckel mittelst der Kurbel durch 3$^1/_2$ Umdrehungen ganz abgeschraubt und um 90^0 nach rechts gewendet; alsdann ist die Bohrung offen, und es kann das Geschoss und die Patrone von rückwärts eingeführt werden. Nach dem Einführen der Patrone wird der Deckel wieder gewendet und mittelst der Kurbel auf das Rohr geschraubt, die Schlagröhre durch die Mitte des Bodens eingeführt, das Geschütz gerichtet und dann abgefeuert. Das Laden ist sehr einfach und lässt eine grosse Schnelligkeit des Feuerns zu; selbst wenig geschickte Leute sollen dazu nur 5 Sekunden benöthigen. Nach dem Schusse wird die Patronenbüchse, welche die Pulverrückstände enthält, mittelst eines eigenen zangen-

artigen Instruments entfernt. Damit dieses leicht geschehen könne, hat der Verschlussdeckel an seiner Bodenfläche eine seichte, der Bohrung entsprechende Aushöhlung, in welche sich die Patrone, die nicht ganz in die Bohrung geschoben wird, beim Anschrauben des Deckels hineindrückt. Nach dem Abschrauben desselben steht sonach die Patronenhülse der genannten Aushöhlung entsprechend aus der Bohrung und kann erfasst und entfernt werden.

Die Deckelschraube zeigte sich so solid in ihrer Konstruktion, dass sie nach 1500 Schüssen noch vollkommen brauchbar war.

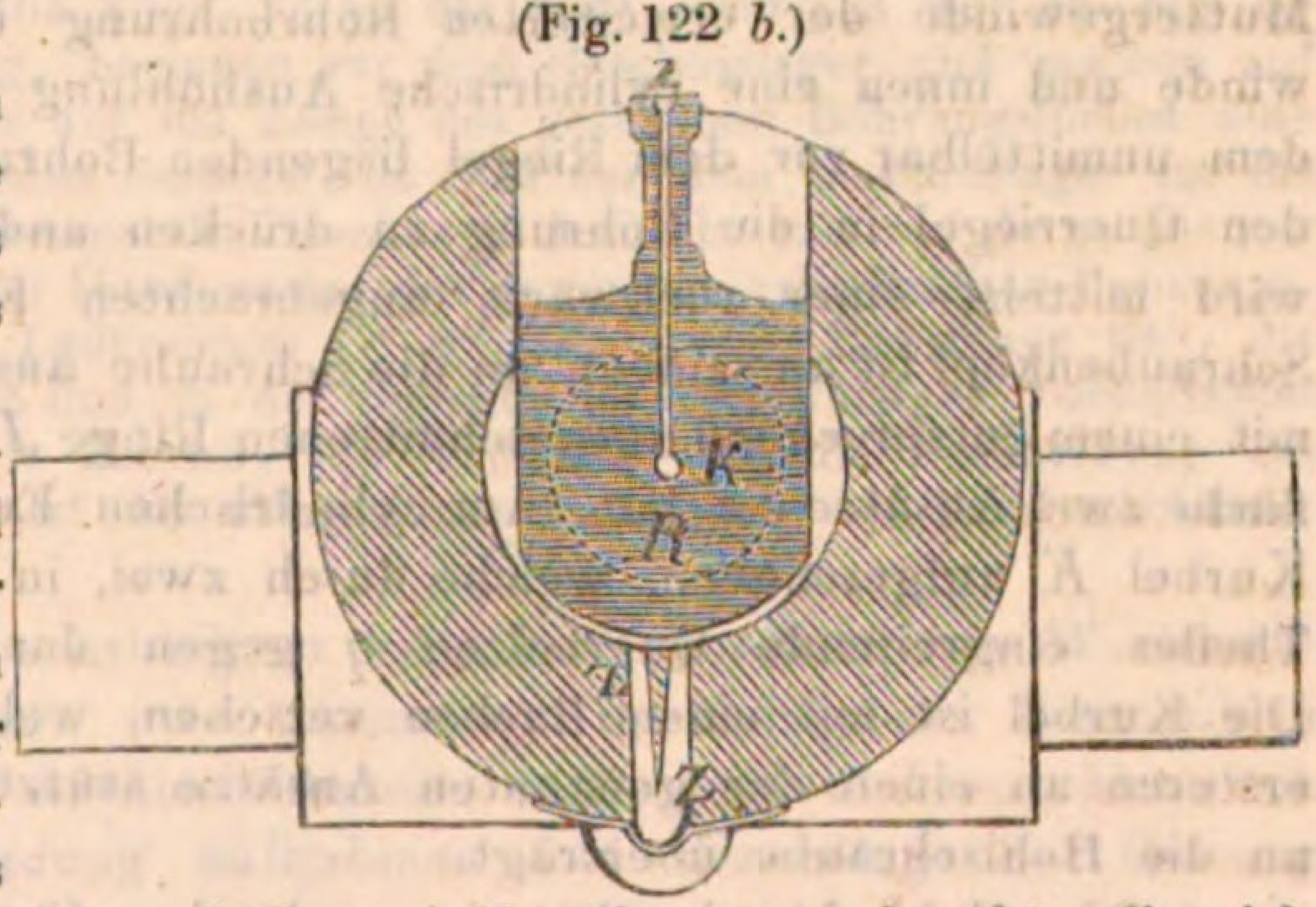
Das aus homogenem Eisen angefertigte 3pfd. Rohr ist ungefähr 6′ lang, wiegt 200 Pfd. und bildet einen einzigen abgestutzten Kegel. Die Schildzapfen sind an einem Ringe angeschmiedet und mittelst desselben an das Rohr aufgeschoben. Die Bohrung ist in ihrer ganzen Länge gezogen und zeigt im Querschnitte ein regelmässiges Sechseck, dessen Seiten gegen die Bohrungslinie sanft gewölbt und dessen Ecken ausgerundet sind.

(Fig. 122 *a*.)



Der englische Civilingenieur Sir William **Armstrong** hat auf eine sehr sinnreiche Weise den **Riegelverschluss** mit einer hohlen, die Verlängerung der Bohrung bildenden Schraube in Verbindung gebracht, und dadurch den Verschlussapparat sehr vereinfacht. Fig. 122 *a* zeigt den Längenschnitt, Fig. 122 *b* einen durch den Riegel geführten Querschnitt und Fig. 122 *c* die rückwärtige Ansicht seines schmiedeisernen 9-Pfdr.-Rohres sammt Verschlusseinrichtung.

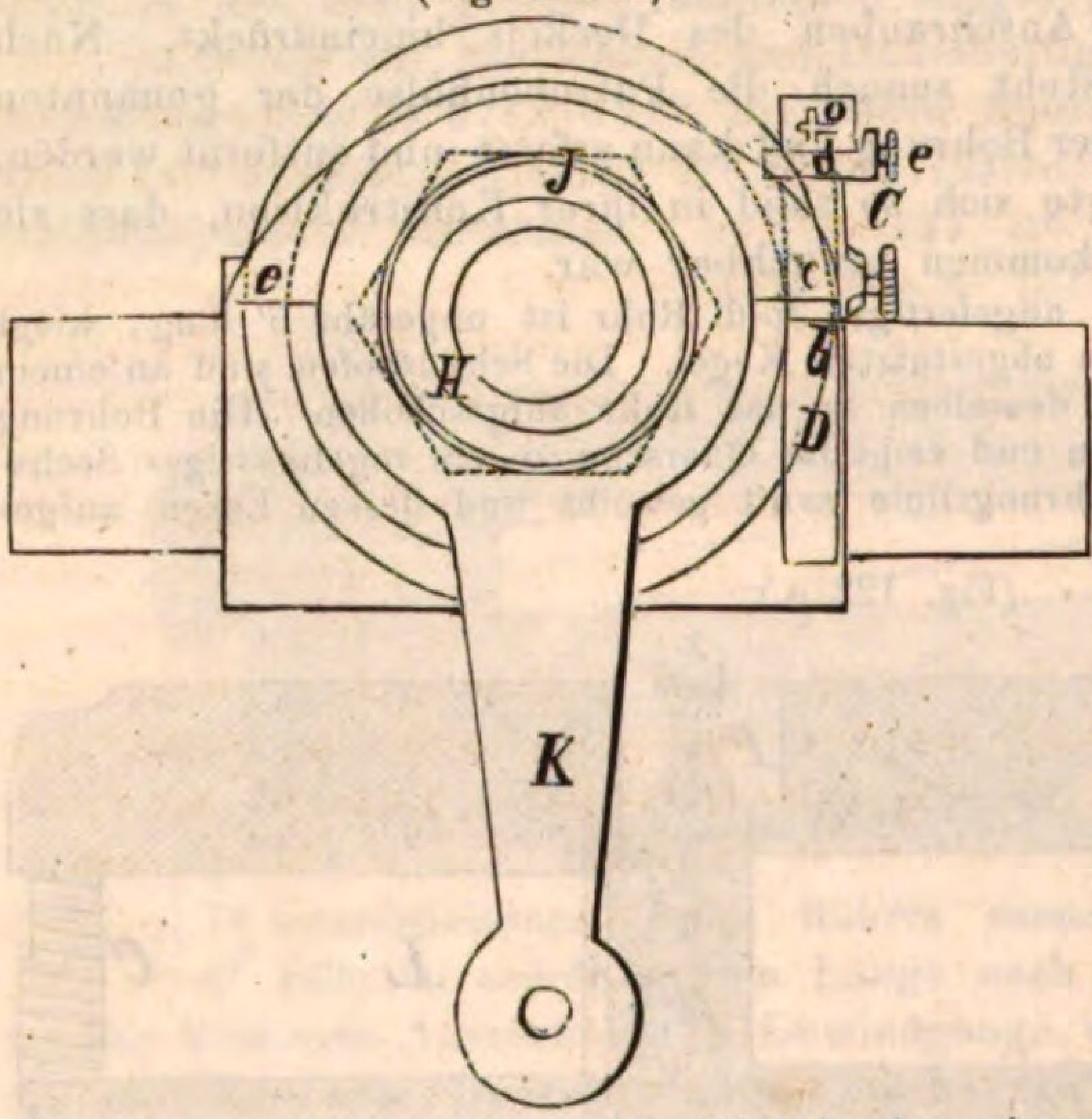
(Fig. 122 *b*.)



Das **Rohr** ist der ganzen Länge nach durchbohrt und hat am oberen Theile einen für den Querriegel *R* bestimmten prismatischen Ausschnitt, der jedoch nicht bis an die entgegengesetzte Seite des Rohres reicht. Am Boden des Ausschnittes sind zwei Kanäle *z* angebracht, die sich nach aussen zu vereinigen und für den Abschluss des zum Reinigen der Bohrung nöthigen Wassers dienen. Vor dem Ausschnitte ist der Bohrungsrand mit einem kupfernen, nach aussen konisch erweiterten Ringe *r* gefüttert;

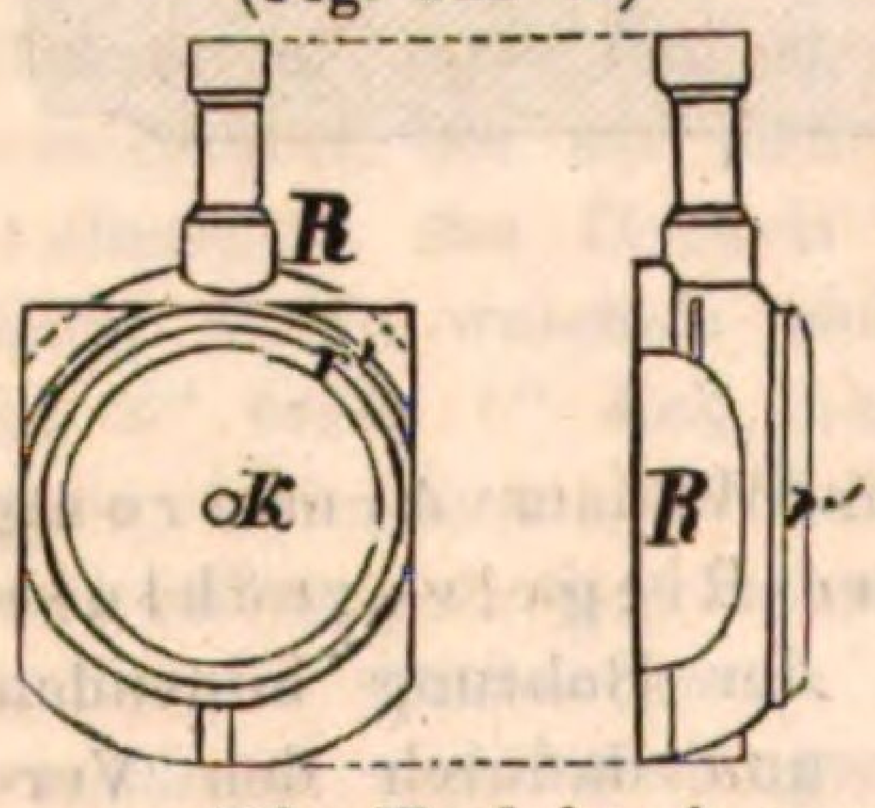
rückwärts desselben hat die bedeutend erweiterte Bohrung flache Schraubengewinde zur Aufnahme der Hohlschraube *H*.

(Fig. 122 *c*.)



Der Querriegel *R*, welcher aus Stahl erzeugt und in der Fig. 122 *d* in der vorderen und Seitenansicht dargestellt ist, hat an seiner vorderen, die Bohrung verschliessenden Fläche einen eingesetzten, etwas vorstehenden kupfernen Ring *r′*, der am vorstehenden Theile konisch abgedreht ist, und damit in die zu verschliessende Bohrung eingreift. Der an dieser Stelle in das Rohr eingeschraubte kupferne Ring *r* ist gegen rückwärts für die Aufnahme des vorstehenden, im Querriegel eingelassenen Ringes konisch erweitert, vorn und innen jedoch cylindrisch gestaltet. In der vorderen Fläche des Riegels ist eine kleine cylindrische Kammer *k* zur Aufnahme einer Zündpatrone angebracht, welche mit dem in der Längenmitte des Riegels befindlichen und senkrecht auf die Rohrachse gerichteten Zündloche *z* in Verbindung steht. Der obere Theil des Riegels ist bei kleinen Kalibern für das bequeme Erfassen mit der Hand zweckmässig gestaltet, bei grossen Kalibern jedoch mit zwei Ringen zum Durchstecken eines Hebels für das leichtere Ein- und Ausheben versehen.

(Fig. 122 *d*.)



Die Hohlschraube *H* hat an der krummen Oberfläche mit dem Muttergewinde der erweiterten Rohrbohrung übereinstimmende Schraubengewinde und innen eine cylindrische Aushöhlung von gleichem Durchmesser mit dem unmittelbar vor dem Riegel liegenden Bohrungstheile. Sie hat den Zweck, den Querriegel in die Bohrung zu drücken und festzuhalten; ihre Bewegung wird mittelst einer rückwärts angebrachten Kurbel *K* bewerkstelligt. Der Schraubenkopf ist an seinem, an die Schraube anstossenden prismatischen Theile mit einem entsprechend ausgeschnittenen Ringe *J* umgeben, welcher an der Oberfläche zwei Ansätze *c c* hat. Am cylindrischen Ende des Schraubenkopfes ist die Kurbel *K* aufgeschoben, welche durch zwei, in eine Rinne des zapfenförmigen Theiles eingreifende Querbolzen *q* gegen das Herabschieben geschützt ist. Die Kurbel ist mit einem Backen versehen, welcher sich bei der Drehung der ersteren an einen der genannten Ansätze stützt, und dann erst die Drehung an die Hohlschraube überträgt.

Die Hohlschraube hat je nach der Grösse des Kalibers 6, 9 bis 12 Schraubengänge. Bei dem 100-Pfdr. hat die Kurbel 2 Handhaben und der Querriegel 2 Ringe für das bequeme Herausheben. Der Riegel ist beim 9-Pfdr. $1\frac{1}{2}''$, beim 12-Pfdr. $2\frac{1}{2}''$ dick.

Soll das Rohr für das Laden geöffnet werden, so wird durch die Drehung der Kurbel die Schraube etwas herausbewegt, und der auf diese Weise gelockerte Querriegel herausgehoben. Nachdem das Geschoss, dann die Patrone mit dem Fettvorschlage durch die Hohlschraube in die Bohrung eingeführt und mit einem Setzer angesetzt wurde, wird in die Kammer des Querriegels eine Zündpatrone (eine Papierhülse mit $^1/_3$ Loth Kornpulver) gegeben und das Rohr durch die entgegengesetzte Manipulation geschlossen, indem man nämlich den Querriegel in den Ausschnitt versenkt und die Hohlschraube durch eine halbe Drehung der Kurbel anzieht, wodurch der am Querriegel vorstehende konische Kupferring in die Bohrung gepresst und der gasdichte Abschluss hergestellt wird.

Das Heben des Querriegels aus dem Ausschnitte des Bodenstückes ist besonders bei grossen Rohren beschwerlich. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, kann der Querriegel, sowie bei dem Wahrendorff'schen Verschlusse seitwärts angebracht und zum Herausziehen und Hineinschieben eingerichtet werden. Armstrong hat auch die Verschlüsse an seinen in letzter Zeit erzeugten Rohren in dieser Weise umgeändert. In diesem Falle ist das Zündloch in einem kupfernen Stollen angebracht, welcher oben in der Bohrungswand des Rohres eingeschraubt wird. Der Zündkanal des Stollens gelangt beim Einschieben und Festlagern des Riegels genau über die in demselben angebrachte Fortsetzung des Zündloches, welches wie früher bis in die Mitte des Riegels reicht und daselbst mit der an dessen vorderen Fläche angebrachten Zündkammer in Verbindung steht. Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass bei der zuerst beschriebenen, sowie auch in beschränkterem Grade bei der letzteren Anordnung des Zündloches der Querriegel, ohne an dem Rohre etwas vornehmen zu dürfen, leicht umgetauscht werden kann, wenn das Zündloch schon über eine gewisse Grenze ausgebrannt und erweitert ist; allein der Ort, wo das Zündloch mündet, ist, wie im Früheren erwähnt, nicht gleichgiltig und das Laden der Kammer mit einer Zündpatrone beschleunigt keinesfalls die Bedienung des Geschützes, sowie auch die Zündpatronen die Ausrüstung der Batterie vermehren.

Aus Fig. 122 ist auch die Gestalt des 9pfd. Armstrong-Rohres ersichtlich. Die Bohrung ist vor dem Querriegel im Ladungsraume *L* cylindrisch und im Durchmesser etwas grösser als das Geschoss. Die Züge, 33 an der Zahl, und von der in Fig. 69 ersichtlichen Form und Abmessung, beginnen vor dem Geschosslager und machen auf 8·43' eine ganze Umdrehung, was auf die Länge des gezogenen Bohrungstheiles eine halbe Windung beträgt. Bis auf eine Strecke von 8·3" vor dem Geschosslager ist die Bohrung für das leichtere Durchpressen des Geschosses konisch, und von da an bis zur Mündung cylindrisch gestaltet. Der Durchmesser des gezogenen cylindrischen Bohrungstheiles beträgt 2" 7‴, jener des Laderaumes 2" 8‴, die ganze Rohrlänge 64", die Metallstärke an der Mündung 1" und in der Gegend des rückwärtigen Verschlusses 2" 8‴. Dem Rohre mangeln die Henkel, die Visirreife und die Verstärkung des Kopfes. Unten am Bodenstücke ist ein Ring *A* zur Aufnahme des Richtmaschinenkopfes eingeschraubt.

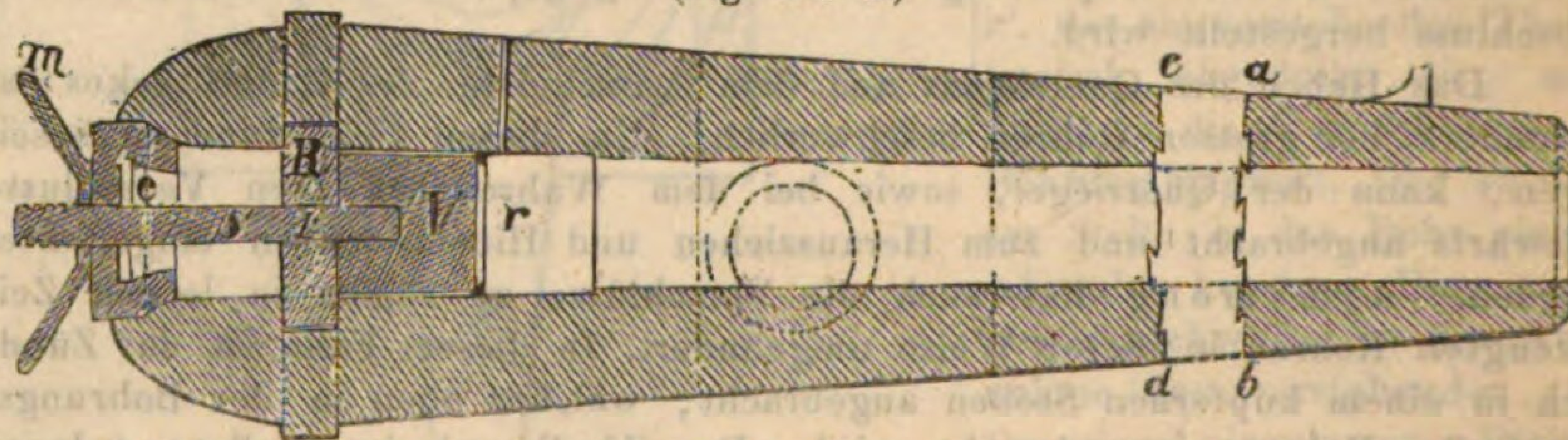
Der schwedische Eisenwerksbesitzer zu Aker, Freiherr von Wahrendorff, war in den verflossenen zwei Decennien unstreitig der Erste unter denjenigen, welche das in der Artillerie bereits vergessene und nur historisch bekannte System der Hinterladung aufnahmen und neuerdings zur Geltung brachten. Er verfolgte seine Idee mit grosser Beharrlichkeit, und scheute bei der praktischen Durchführung derselben weder Mühe noch Kosten, bis es ihm endlich durch fortgesetzte Verbesserungen in der letzten Zeit gelang, eine Verschlussvorrichtung herzustellen, welche den meisten an einen solchen

Mechanismus gestellten Bedingungen entsprach und sich deshalb auch bei vielen Artillerien mit geringen Modifikationen Eingang verschaffte.

Dem Principe nach besteht seine Verschlussvorrichtung aus einem quer durch das Bodenstück gehenden Riegel (Querriegel), welcher das von einem Ende bis zum andern durchbohrte Rohr rückwärts durch Verlegung eines beweglichen Stossbodens abschliesst; und ist sonach ein Riegelverschluss.

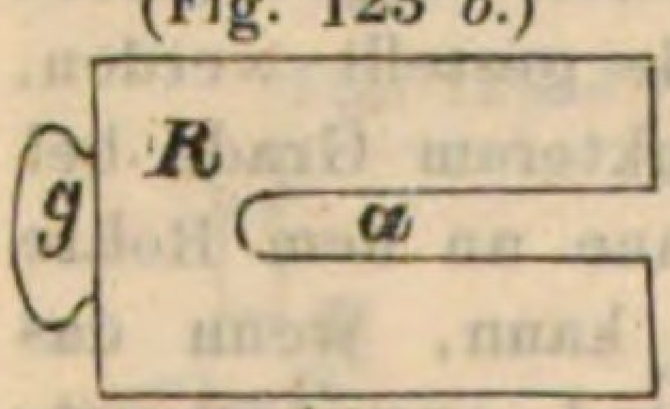
Seine, im J. 1843 an gusseisernen Rohren, mit glatter Bohrung für sphärische Geschosse,*) konstruirte Verschlussvorrichtung ist im Längendurchschnitte aus Fig. 123 *a* ersichtlich. Der Verschlusskolben *V* wird in

(Fig. 123 *a*.)



den rückwärtigen Theil der etwas konisch erweiterten Bohrung gesteckt, und hat in seiner richtigen Lage nur einen sehr geringen Spielraum. Rückwärts ist an diesem Kolben ein Stiel *s* angebracht, der in eine Schraube endet. Der prismatische Querriegel *R*, Fig. 123 *b*, ist nach seiner Länge ausgeschnitten und lässt sich mit diesem Ausschnitte *a* über den Stiel des Verschlusskolbens schieben, wozu er am Ende einen abgerundeten Ansatz *g* als Griff hat. Dieser Riegel wird in die quer durch das Bodenstück des Rohres gehende, und entsprechend geformte Aushöhlung gesteckt, wodurch der Verschluss des Rohres hergestellt ist. Damit der Verschlusskolben und der Querriegel fest sitzen, wurden beide durch eine am Ende des Stieles angebrachte Flügel-Mutter *m* angezogen, welche sich hiebei an das im erweiterten Bohrungsende eingreifende Stöckel *c* stützte. Der Verschlusskolben ist an seinem vorderen Ende mit einem eisernen, an einer Stelle geöffneten Ringe versehen, der durch die Pulvergase derart ausgedehnt werden soll, dass der zu seiner Einführung nöthige Spielraum aufgehoben und der gasdichte Abschluss erreicht würde. Soll geladen werden, so wird nach dem Lüften der Flügelmutter zuerst der Querriegel sammt dem Stöckel und dann der Verschlusskolben entfernt, die Ladung von rückwärts eingebracht, mittelst des Verschlusskolbens vorgeschoben, der Querriegel eingesteckt, endlich das Stöckel in die Bohrungserweiterung gelagert und die Flügelmutter angezogen, wodurch der Verschluss wieder hergestellt ist.

(Fig. 123 *b*.)



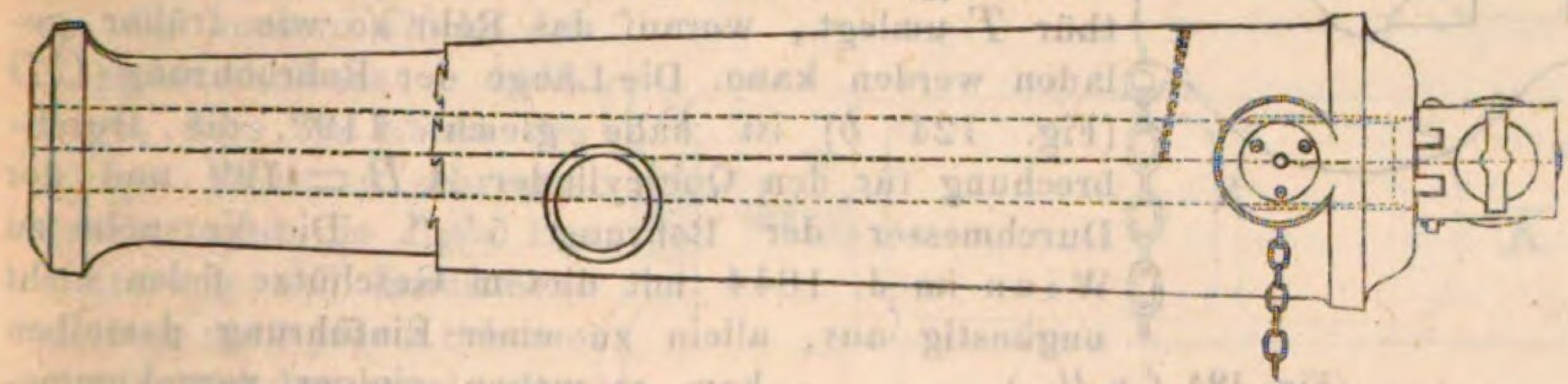
Damit bei grossen Rohren der Verschlusskolben während des Ladens des grossen Gewichtes wegen keine Unbequemlichkeit herbeiführe, wurde das

*) Zu diesem Rohre verwendete Wahrendorff Kugeln, die er mit einem Bleimantel auf die Weise umgab, dass ihr Durchmesser jenen der vordern Bohrung etwas überragte. Dadurch näherte sich derselbe mehr dem Principe der Kammerladungsgewehre, indem auch bei seinem Geschütze das Projektil durch die Kraft des Pulvers aus dem Geschosslager in die vorwärts desselben befindliche engere Bohrung getrieben, daselbst zum vollständigen Anschlusse an die Seelenwände genöthigt und hiedurch der Spielraum aufgehoben wurde.

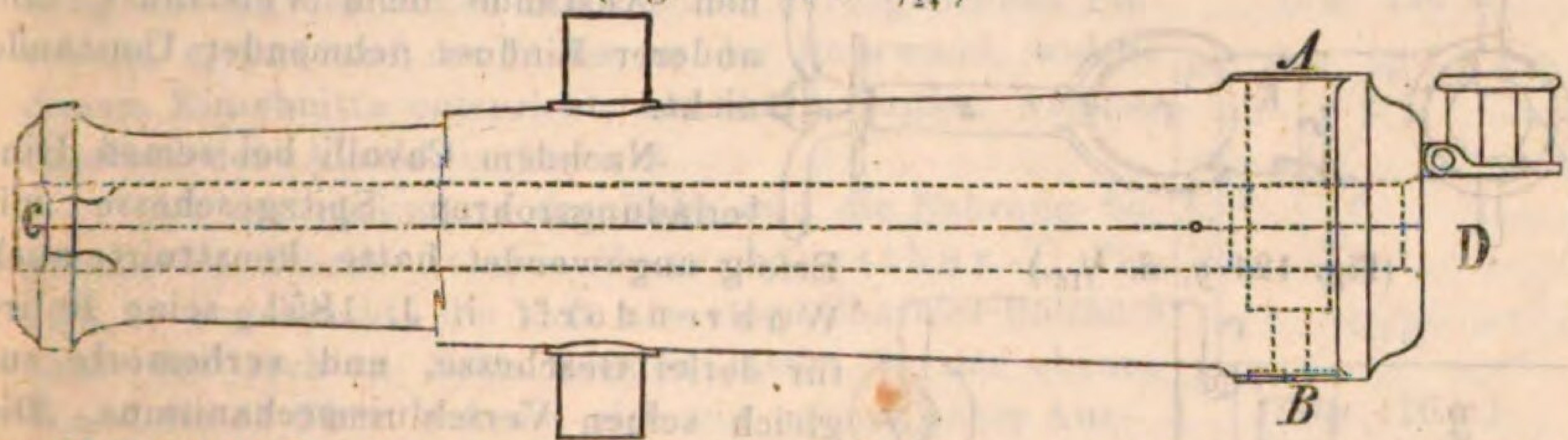
Stöckel mittelst eines Charniers am Rohrende befestigt, wodurch man nach dem Lüften der Flügelmutter und Entfernen des Querriegels den herausgezogenen Verschlusskolben sammt dem Stöckel zur Seite umlegen konnte.

Die Verschlusseinrichtung, welche Wahrendorff an dem nach österreichischem Muster in Schweden gegossenen, eisernen, glatten 18pfündi-

(Fig. 124 *a*, n. $^1/_{24}$.)

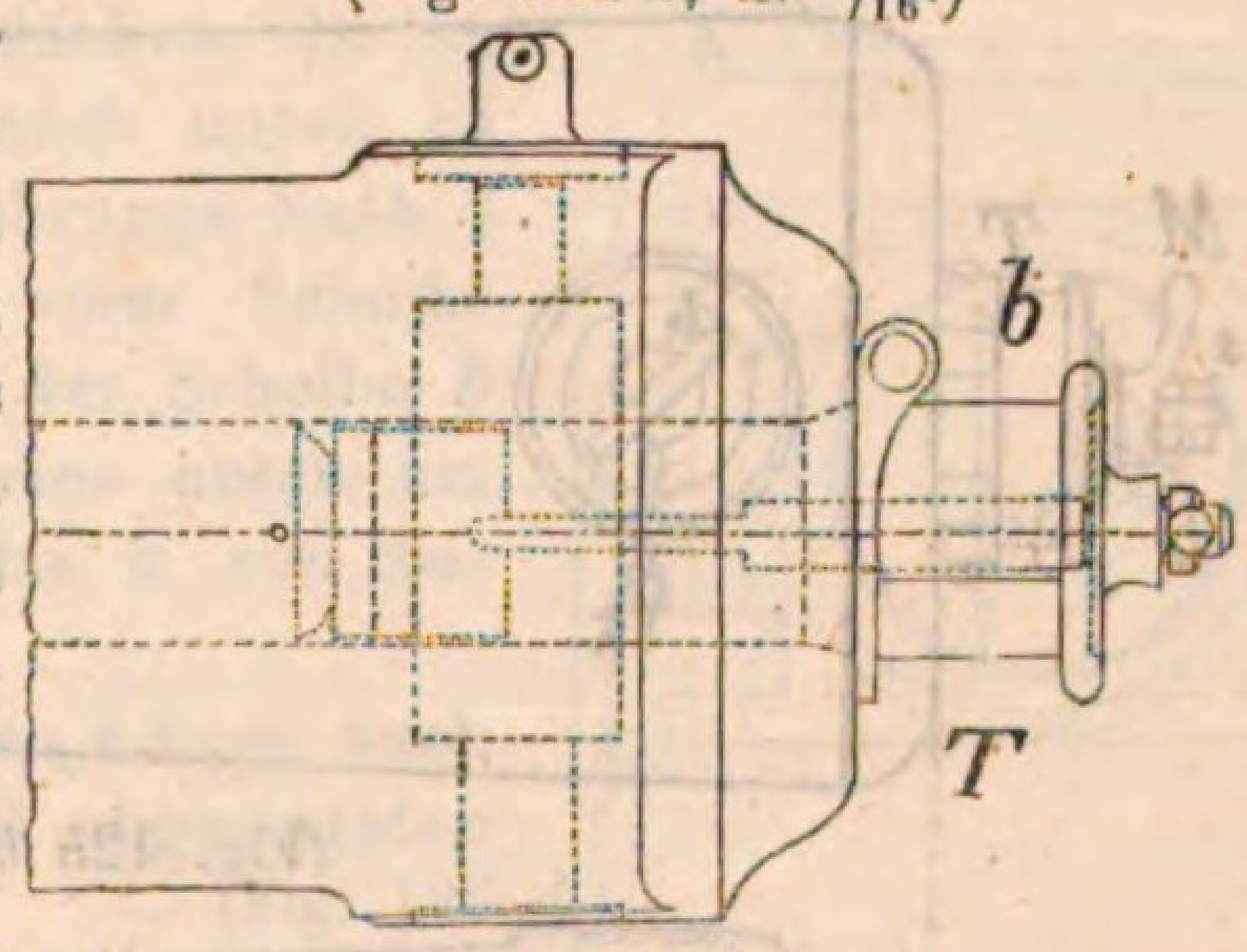


(Fig. 124 *b*, n. $^1/_{24}$.)

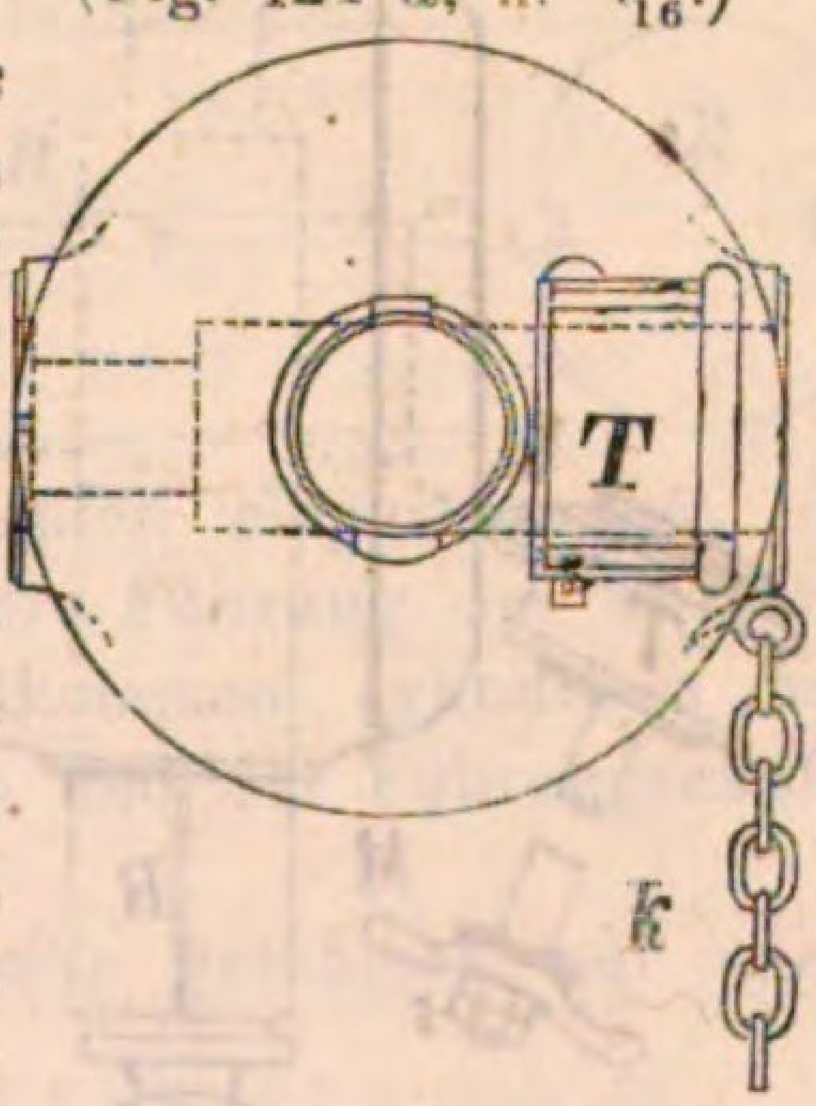


gen Vertheidigungs-Kanonenrohr anbringen liess, und welche im J. 1844 in Oesterreich versucht wurde, ist aus Fig. 124 *a*—*g* zu entnehmen. Fig. 124 *a* stellt die Seitenansicht und Fig. 124 *b* die obere Ansicht des Rohres mit geöffneter Verschlussthür; — Fig. 124 *c* die obere Ansicht des Bodenstückes mit dem darin befindlichen Verschluss- und Quercylinder; — Fig. 124 *d* die hintere Ansicht des Rohres mit geöffneter Bohrung; — Fig. 124 *e* den Querschnitt des Rohres nach der Linie *A B* in Fig. 124 *b*; — Fig. 124 *f* den Verschlusskolben oder Stossbodencylinder und Fig. 124 *g* den Querriegel oder Sperrcylinder dar. Wie man sieht, ist der Verschlusskolben *K*, Fig. 124 *f*, vorn mit dem Expansionsring *r* und rückwärts mit einem Stiele *s* versehen, welcher am Anfange für den Durchgang des Quercylinders *R* einen Ring *a* bildet. Der Querriegel *R* (Fig. 124 *g*) ist cylindrisch, ohne Ausschnitt, und kann in das quer durch das Bodenstück gehende cylindrische Lager und durch den Ring des Verschlusskolbens ohne Hinderniss gesteckt werden. Derselbe hat an seinem auswärtigen Ende eine Scheibe sammt Handhabe und an ersterer einen Haken *c*, an welchem die am Bodenstücke befestigte Kette *k*, Fig. 124 *d*, eingelegt wird. Das Festlagern der Verschlusstheile geschieht hier gleichfalls mittelst einer am Stiele des Verschluss-

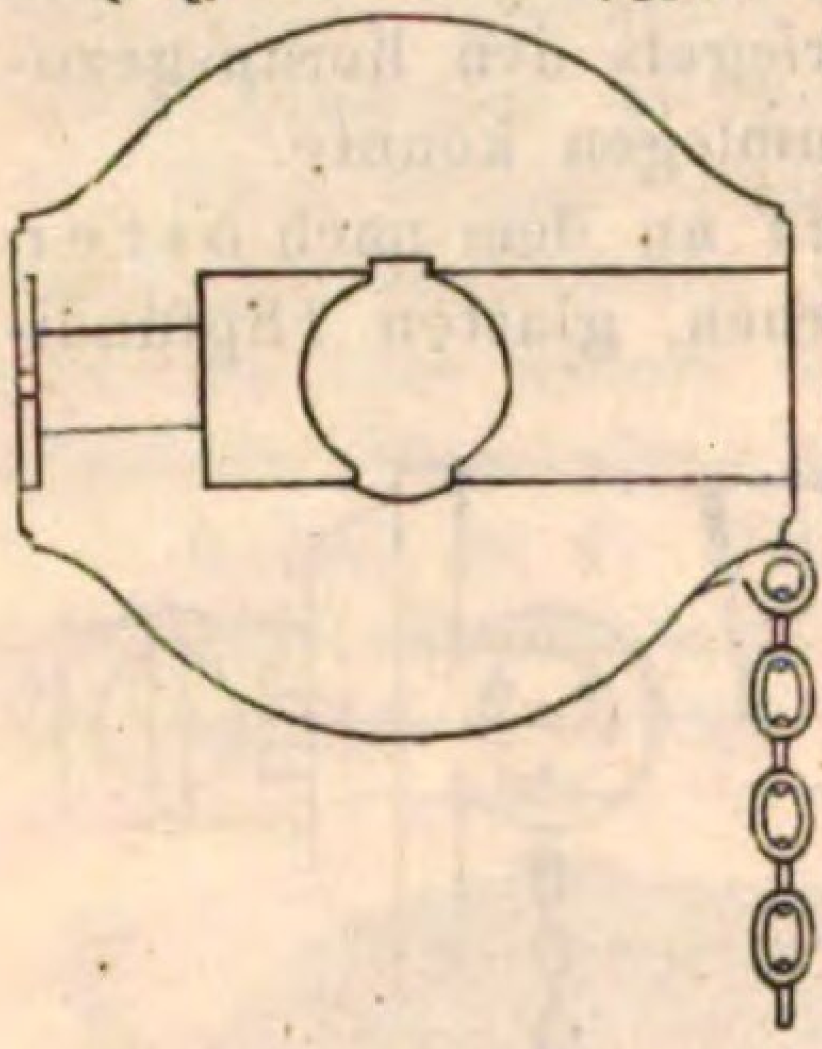
(Fig. 124 *c*, n. $^1/_{16}$.)



(Fig. 124 *d*, n. $^1/_{16}$.)

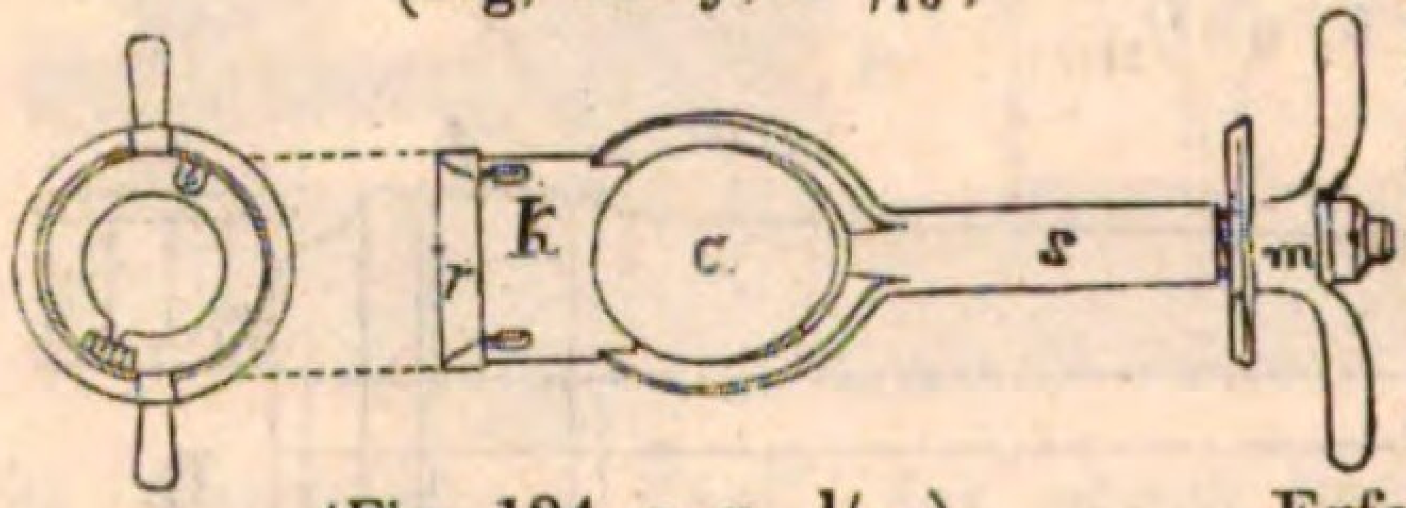


(Fig. 124 *e*, n. 1/16.)

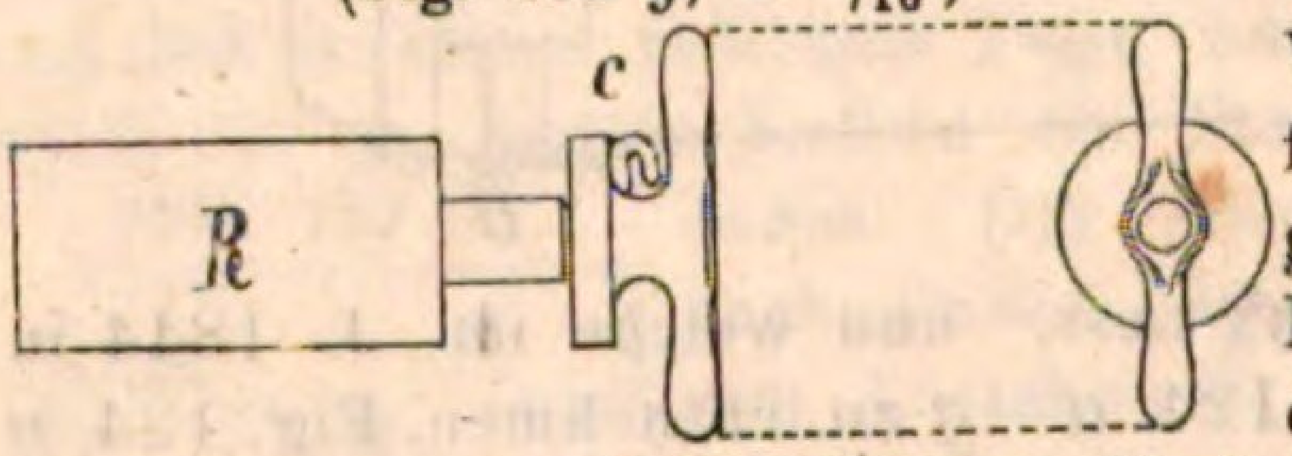


cylinders angebrachten Flügelmutter *m*, welche sich an eine sattelartig gestaltete Verschlussthüre *T*, Fig. 124 *c* und 124 *d*, stützt. Nach dem Herausziehen des Quercylinders wird der Verschlusskolben mittelst der Griffe der Mutter vorgezogen und dann mittelst der im Charniere *b* (Fig. 124 *c*) beweglichen Verschlussthür *T* umlegt, worauf das Rohr so wie früher geladen werden kann. Die Länge der Rohrbohrung *CD* (Fig. 124 *b*) ist nahe gleich 119″, die Durchbrechung für den Quercylinder $AB = 19''$ und der Durchmesser der Bohrung $5^1/_3''$. Die Versuche zu Wien im J. 1844 mit diesem Geschütze fielen nicht ungünstig aus, allein zu einer Einführung desselben kam es wegen einiger vorgekommenen Anstände beim Verschluss und anderer Einfluss nehmender Umstände nicht.

(Fig, 124 *f*, n. 1/16.)



(Fig. 124 *g*, n. 1/16.)

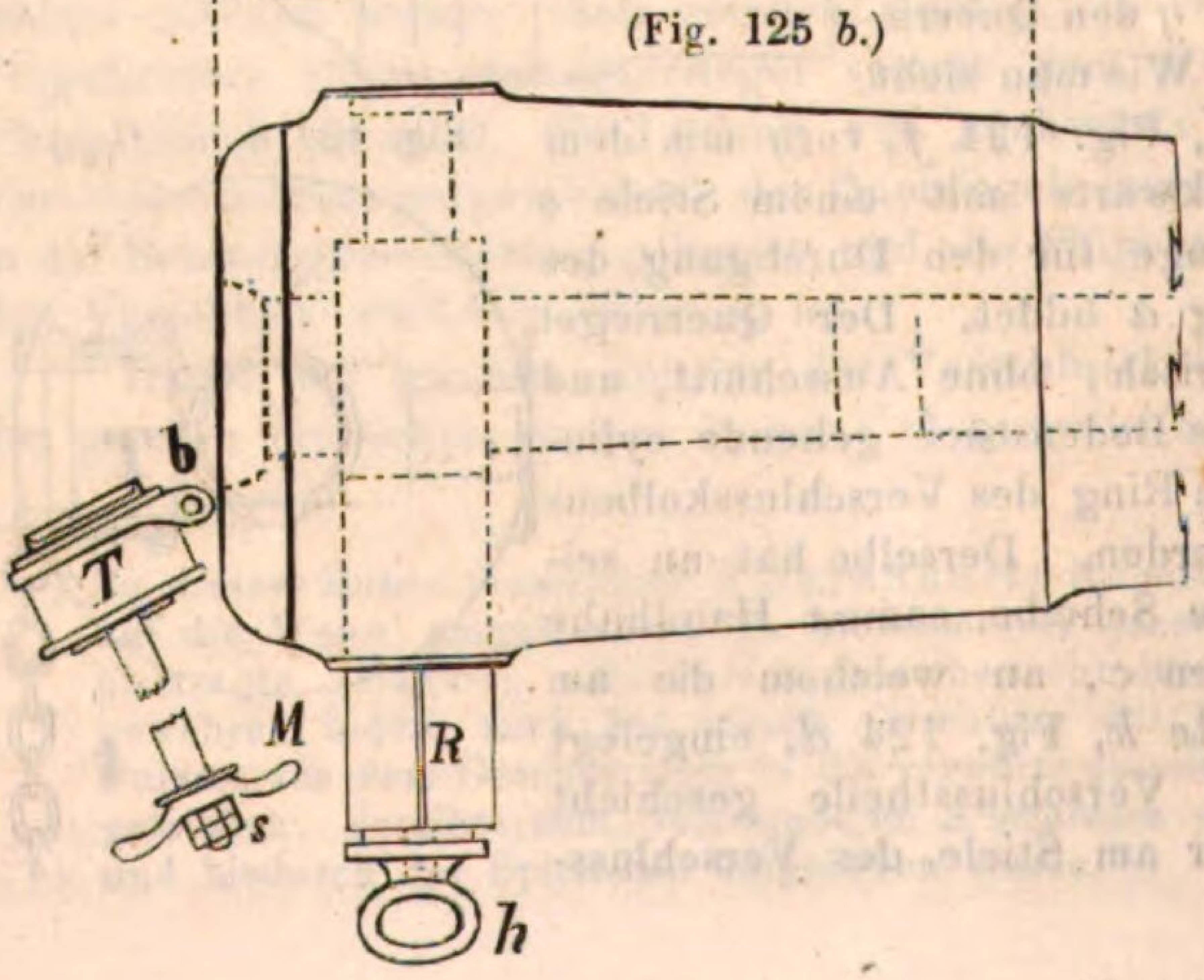


Nachdem Cavalli bei seinen Hinterladungsrohren Spitzgeschosse mit Erfolg angewendet hatte, konstruirte auch Wahrendorff i. J. 1851 seine Rohre für derlei Geschosse, und verbesserte zugleich seinen Verschlussmechanismus. Die Fig. 125 *a* stellt eine Seitenansicht und die Fig. 125 *b* die obere Ansicht einer 30pfd. Hinterladungskanone mit dem abgeänderten Verschlusse dar. In Fig. 125 *a* ist das Rohr geschlossen, in Fig. 125 *b* aber zum Laden geöffnet.

(Fig. 125 *a*, n. 1/20.)

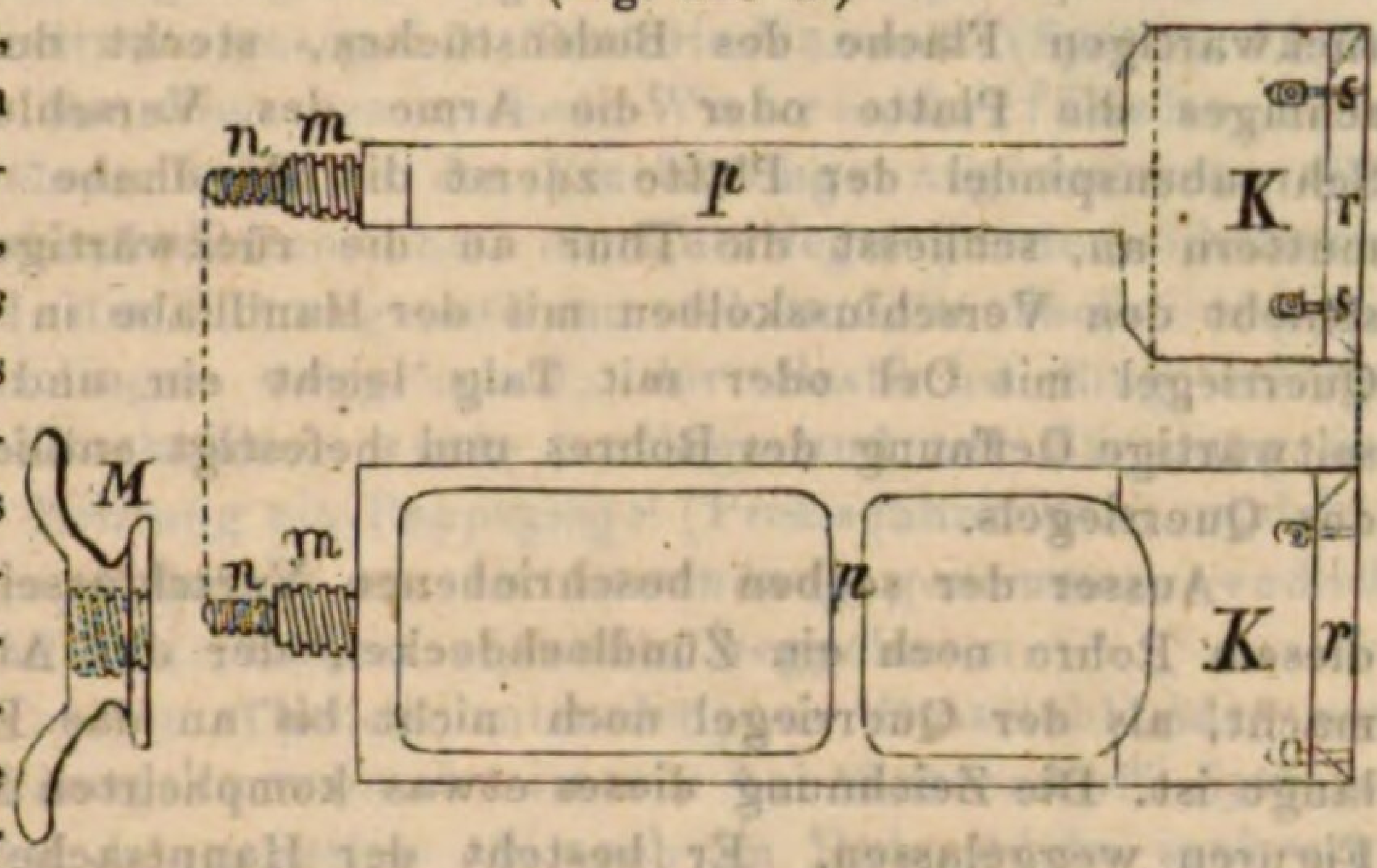


(Fig. 125 *b*.)



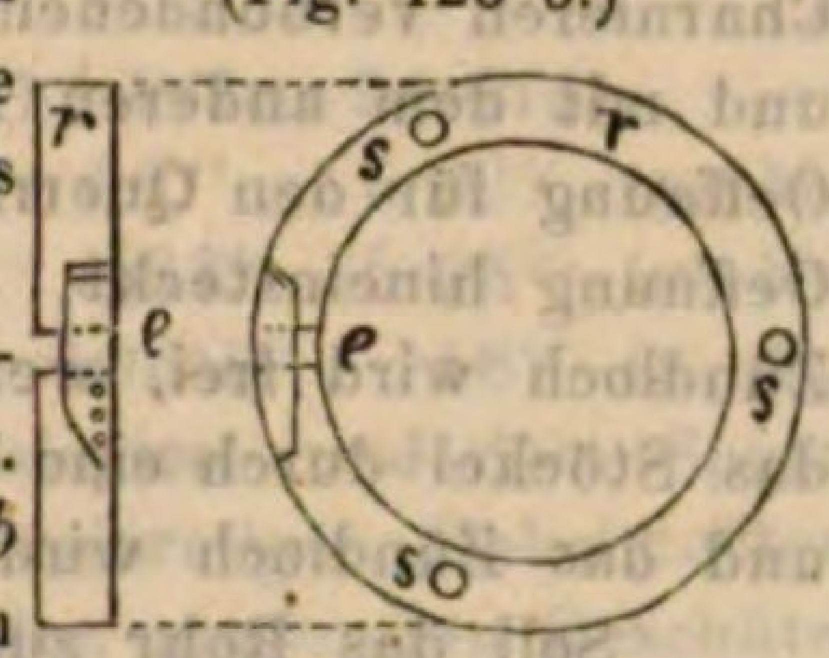
Der Verschlusskolben *K*, Fig. 126 *a*, trägt an seiner vorderen Fläche den mittelst drei Schrauben befestigten Abschlussring *r*, und rückwärts eine durchbrochene Platte *p*, welche dem Querriegel den Durchgang gestattet, und mit zwei Schraubenspindeln *m*, *n* endet, wovon die erste *m* mit flachen Gewinden für die Handhabe, und die zweite etwas schwächere *n* mit scharfen Gewinden für die zwei Stellschrauben *s*, Fig. 125 *a* und 125 *b*, bestimmt ist.

(Fig. 126 *a.*)



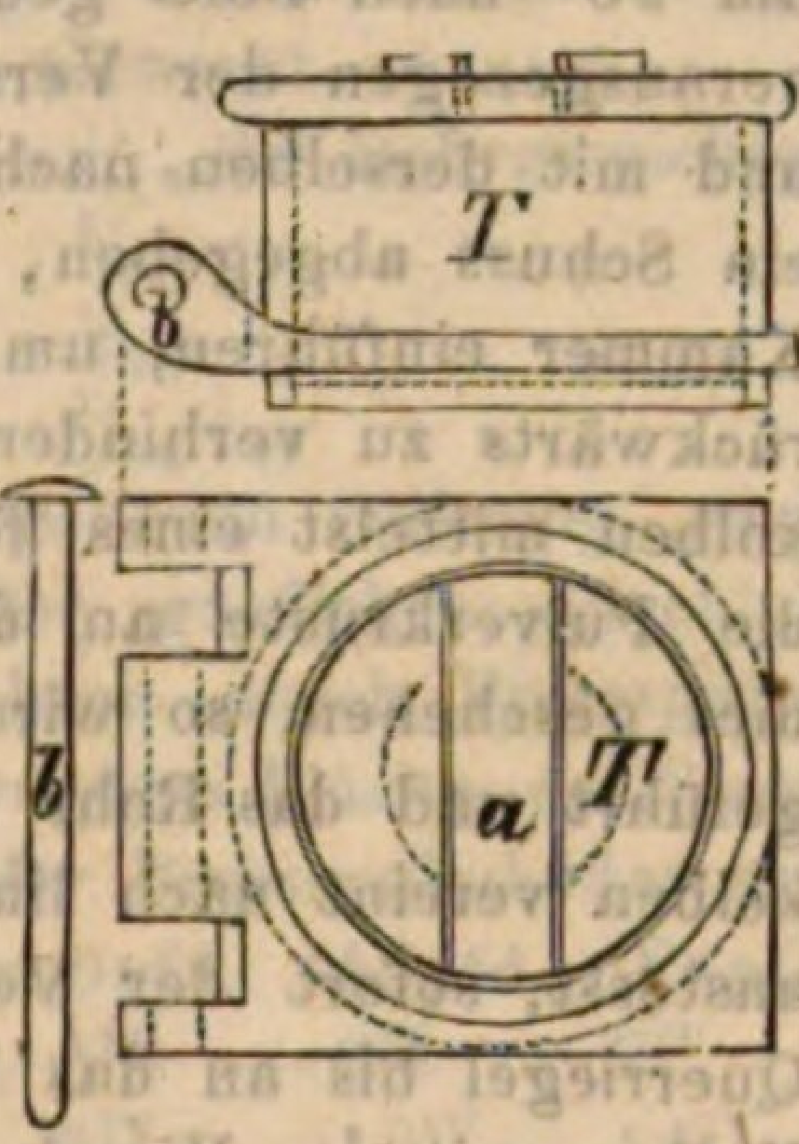
Der elastische Abschlussring *r*, Fig. 126 *b*, welcher dem Ausströmen der Pulvergase nach rückwärts entgegen wirken soll, ist mit drei Schrauben *s*, *s*, *s* an die vordere Fläche des Verschlusskolbens so befestigt, dass die Ebene des Ringes nicht zu sehr gedrückt und die freie Erweiterung und Zusammenziehung nach jedem Schusse nicht verhindert werde. Der Ring hat an der linken Seite einen durchgehenden Einschnitt *e*, und auf der Stelle an der Rohrwand, welche diesem Einschnitte entspricht, ein Stück Kupfer, welches daselbst den Abschluss bewirkt.

(Fig. 126 *b.*)



An der rückwärts das Rohr und die Bohrung begrenzenden Fläche ist eine Verschlussthür *T*, Fig. 126 *c*, angebracht, die sich um einen Charnier-Bolzen *b* nach der rechten Seite wenden lässt. In der ebenen Wand dieser Thür befindet sich ein prismatischer Ausschnitt *a* für das Durchgreifen der Platte oder der Arme des Verschlusskolbens.

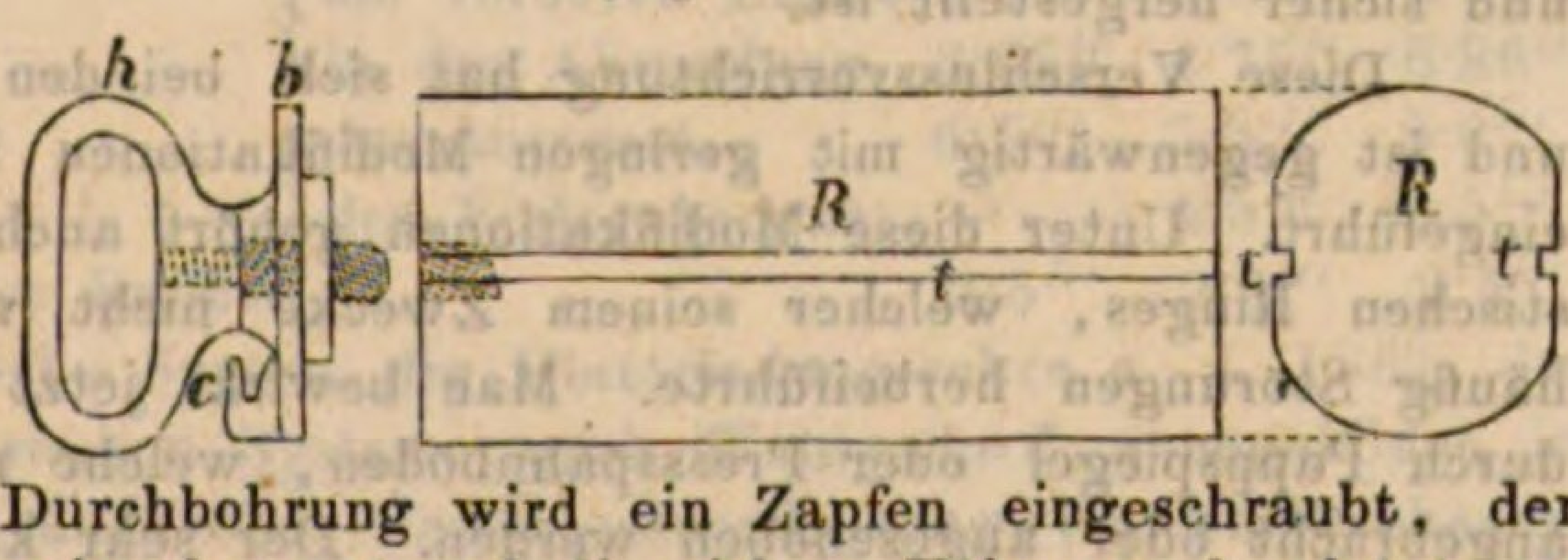
(Fig. 126 *c.*)



Der Querriegel *R*, Fig. 126 *d*, ist cylindrisch gestaltet, an zwei seiner Seitenflächen, die im Riegellager des Rohres nach oben und nach unten zu liegen kommen, geebnet, mit einer Führungs-Nuth *t* und an seinem auswärtigen Ende mit einer Scheibe und einer Handhabe *h* versehen. An der Scheibe *b* befindet sich ein Haken *c*, an welchem eine unten am Bodenstücke des Rohres befestigte Kette *k* von bestimmter Länge angebracht wird.

Das gusseis. Rohr ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt und besteht äusserlich aus 3 abgestutzten Kegeln. Der rückwärtige Kegel bildet das Bodenstück und ist nahe an seinem abgerundeten Ende zur Aufnahme des Querriegels entsprechend durchbohrt. In dieser, das Lager des Querriegels bildenden Durchbohrung wird ein Zapfen eingeschraubt, der in die untere Nuth des Querriegels passt und die sichere Führung des letzteren ermöglicht. (Gegenwärtig wird der Querriegel vollkommen cylindrisch hergestellt und die Führungsnuth an seiner Seitenfläche und der Führungszapfen in seinem Lager weggelassen.)

(Fig. 126 *d.*)



Die Zusammenstellung des Verschlussmechanismus geschieht auf nachstehende Weise.

Die Verschlussthür befestigt man mittelst des Charnierbolzens an der rückwärtigen Fläche des Bodenstückes, steckt durch die Spalte des Thürschlages die Platte oder die Arme des Verschlusskolbens, bringt an die Schraubenspindel der Platte zuerst die Handhabe und dann die zwei Stellmuttern an, schliesst die Thür an die rückwärtige Fläche des Rohres und schiebt den Verschlusskolben mit der Handhabe in die Bohrung, schmiert den Querriegel mit Oel oder mit Talg leicht ein und schiebt denselben in die seitwärtige Oeffnung des Rohres und befestigt endlich die Kette in den Haken des Querriegels.

Ausser der soeben beschriebenen Verschlusseinrichtung befindet sich an diesem Rohre noch ein Zündlochdeckel, der das Abfeuern so lange unmöglich macht, als der Querriegel noch nicht bis an das Ende seiner Oeffnung angelangt ist. Die Zeichnung dieses etwas komplicirten Mechanismus wurde in den Figuren weggelassen. Er besteht der Hauptsache nach aus einem mittelst Charnieren verbundenen Hebel, der mit dem einen Ende das Zündloch verdeckt und mit dem anderen Ende an ein Stöckel befestigt ist, welches sich in der Oeffnung für den Querriegel befindet. Wenn man den Querriegel ganz in die Oeffnung hineinsteckt, so schiebt er das Stöckel etwas vorwärts, und das Zündloch wird frei, wenn man hingegen den Querriegel herauszieht, so tritt das Stöckel durch eine spiralförmige Stahlfeder wieder in die Oeffnung zurück und das Zündloch wird verdeckt.

Soll das Rohr zum Laden geöffnet werden, so wird die Handhabe nur um 90^0 nach links gedreht, der Querriegel soviel als es die Kette gestattet herausgezogen der Verschlusskolben bis an das Ende der Thür herausgezogen und mit derselben nach rechts gedreht. Wurde vor dem Oeffnen des Rohres ein Schuss abgegeben, so muss man rasch den Wischer zum Reinigen der Kammer einführen, um das Heraustreten des Rauches aus der Bohrung nach rückwärts zu verhindern, indessen muss der elastische Ring am Verschlusskolben mittelst eines feuchten Schwammes etc. gereinigt, und wenn nöthig die Pulverkruste an demselben mit einer Eisenspitze entfernt werden. Ist dies geschehen, so wird die Ladung in die rückwärts geöffnete Bohrung eingeführt und das Rohr verschlossen. Hiezu wird die Thür mit dem Verschlusskolben vereint nach links gedreht, bis sie an der hinteren Fläche des Rohres anstösst, sofort der Verschlusskolben genau in die Bohrung geschoben, der Querriegel bis an das Ende seiner Oeffnung eingeführt, und die Handhabe am Kolben mit $^1/_4$ Wendung nach rechts gedreht, wodurch der Verschluss fest und sicher hergestellt ist.

Diese Verschlussvorrichtung hat sich bei den Versuchen gut bewährt, und ist gegenwärtig mit geringen Modifikationen in den meisten Artillerien eingeführt. Unter diese Modifikationen gehört auch die Weglassung des elastischen Ringes, welcher seinem Zwecke nicht vollkommen entsprach und häufig Störungen herbeiführte. Man bewirkt jetzt den gasdichten Abschluss durch Pappspiegel oder Pressspahnböden, welche rückwärts an der Patrone angebracht oder angeschoben werden. Der sehr künstliche und gebrechliche Zündlochverwahrer wurde gänzlich weggelassen. Die Einrichtung der Bohrung und der Züge wurde bereits im Früheren erwähnt.

So grosse Anerkennung auch diese Verschlussvorrichtung allerseits gefunden hat, so ist sie doch nicht frei von Mängeln, die sich aber erst nach längerem Schiessen zeigen.

In der preussischen Artillerie wurde in d. J. 1859 und 1860,

bei den 6pfd. gussstählernen gezogenen Feld-Kanonen (System 1861) und den 6-, 12- und 24pfd. eisernen gezogenen Batterie-Kanonen (System 1860) mit Hinterladung, ebenfalls der oben beschriebene Wahrendorff'sche Verschluss, mit geringen Unterschieden in der Einrichtung, angenommen. Die wesentlicheren dieser Verschiedenheiten sind: der Querriegel wurde vollkommen cylindrisch hergestellt und die Führungsnuth an seiner Seitenfläche und der Führungszapfen in seinem Lager weggelassen; der elastische Ring an der vorderen Fläche des Verschlusskolbens wurde beseitigt und zur Erzielung des gasdichten Abschlusses der Bohrung ein Pappspiegel (Pressspahnboden), welcher rückwärts an der Patrone angebracht ist, in Anwendung genommen; endlich wurde der komplicirte Zündlochverwahrer ebenfalls weggelassen.

Das preussische in seinen Theilen entweder aus Gussstahl oder aus Gusseisen erzeugte Hinterladungskanonenrohr ist wie bei Wahrendorffs Systeme sowohl in der Richtung der Längenachse als auch im Bodenstücke senkrecht auf die Seellinie im horizontalen Sinne durchbohrt.

		beim 6-Pfdr.	12-Pfdr.	24-Pfdr.	
Der Bohrungsdurchmesser beträgt	in den Zügen	3·6″	4·7″	5·82″	(p. M.)
	im Laderaume	3·7″	4·82″	5·96″	(p. M.)
Die Länge des Rohres, oder der ganzen Bohrung		78″	106·1″	118″	(p. M.)

Die Verschlussvorrichtung besteht aus dem Stossboden- und dem Sperrcylinder, der Verschlussthüre, der Scheibe und der zweiarmigen Hebelmutter.

Die Handhabung dieses Verschlussapparates bei den genannten Geschützrohren der preussischen Artillerie wird durch die gewöhnliche Bedienungsmannschaft leicht und rasch bewirkt, denn es ist das Gewicht

des 6pf.	Apparates der Feldkan.	nur 45	Pf. d. i. nahe	$^1/_{19}$	des Rohrgewichtes,
„ 6 „	„ „ Batteriek.	„ 45	„ „ „	$^1/_{30}$	„ „
„ 12 „	„ „ „	„ 85·1	„ „ „	$^1/_{30}$	„ „
„ 24 „	„ „ „	„ 125·3	„ „ „	$^1/_{30}$	„ „

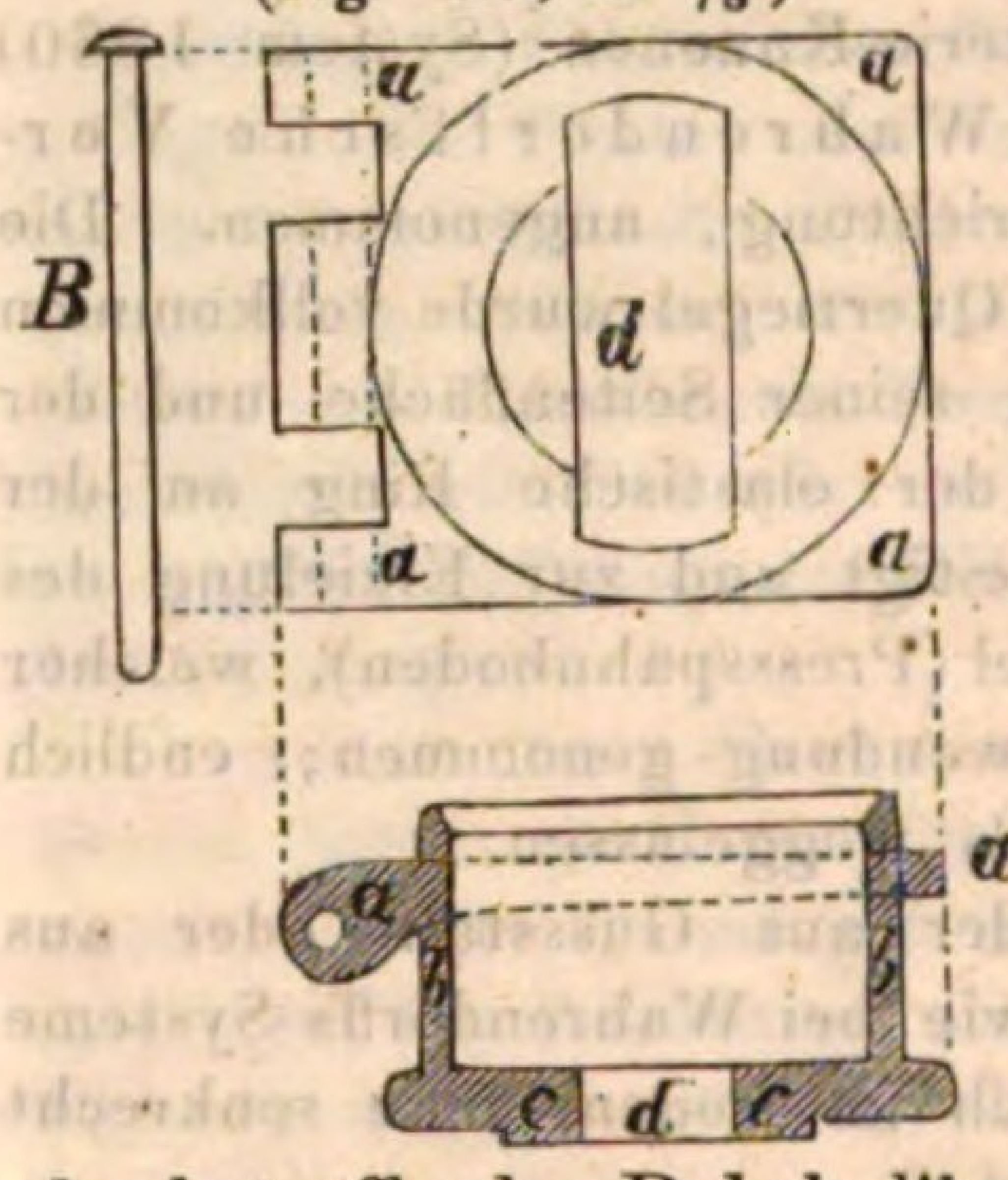
(Die Geschützrohre wiegen nämlich, der angegebenen Ordnung nach, 862·6, 1340, 2994·1 und 5616·3 Pfd. p. G.). Der gasdichte Abschluss der Bohrung wird, wie oben erwähnt, bei diesen Rohren durch Pressspahnböden bewirkt, welche zwischen die Patrone und die vordere Fläche des Stossbodencylinders zu liegen kommen. Die Abmessungen der Pressspahnböden sind der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen; u. z.:

		beim 6pfd.	12pfd.	24pfd.
Stärke	im äusseren Rande	5^{IV}	6^{IV}	7^{IV}
	in der Abrundung	5^{IV}	12^{IV}	14^{IV}
Aeusserer Durchmesser	am vorderen Rande	3·68″	4·80″	5·92″
	in der Abrundung	3·65″	4·75″	5·86″
Höhe des Randes	des äusseren	6·5‴	7·5‴	9·0‴
	des Einlagebodens	—	4·5‴	5·5‴
Radius der Abrundung des Randes		2·5‴	2·5‴	2·5‴

Da das österreichische System der Hinterladungsrohre v. J. 1861, dem eben besprochenen preussischen Systeme nach Wahrendorff nachgebildet ist, und ersteres mit Bezug auf seine Verschlussvorrichtung im Nachstehenden näher erörtert wird, so sehen wir hier von einer weiteren Besprechung der Verschlussvorrichtung der preussischen Hinterladungsrohre ab.

§. 126. Bei den gusseisernen Rohren der 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungskanonen österreichischer Konstruktion vom J. 1861, ist der eben erwähnte Wahrendorff'sche Verschluss mit den nachfolgend erwähnten Modifikationen in Anwendung.

(Fig. 127, n. $^1/_8$.)



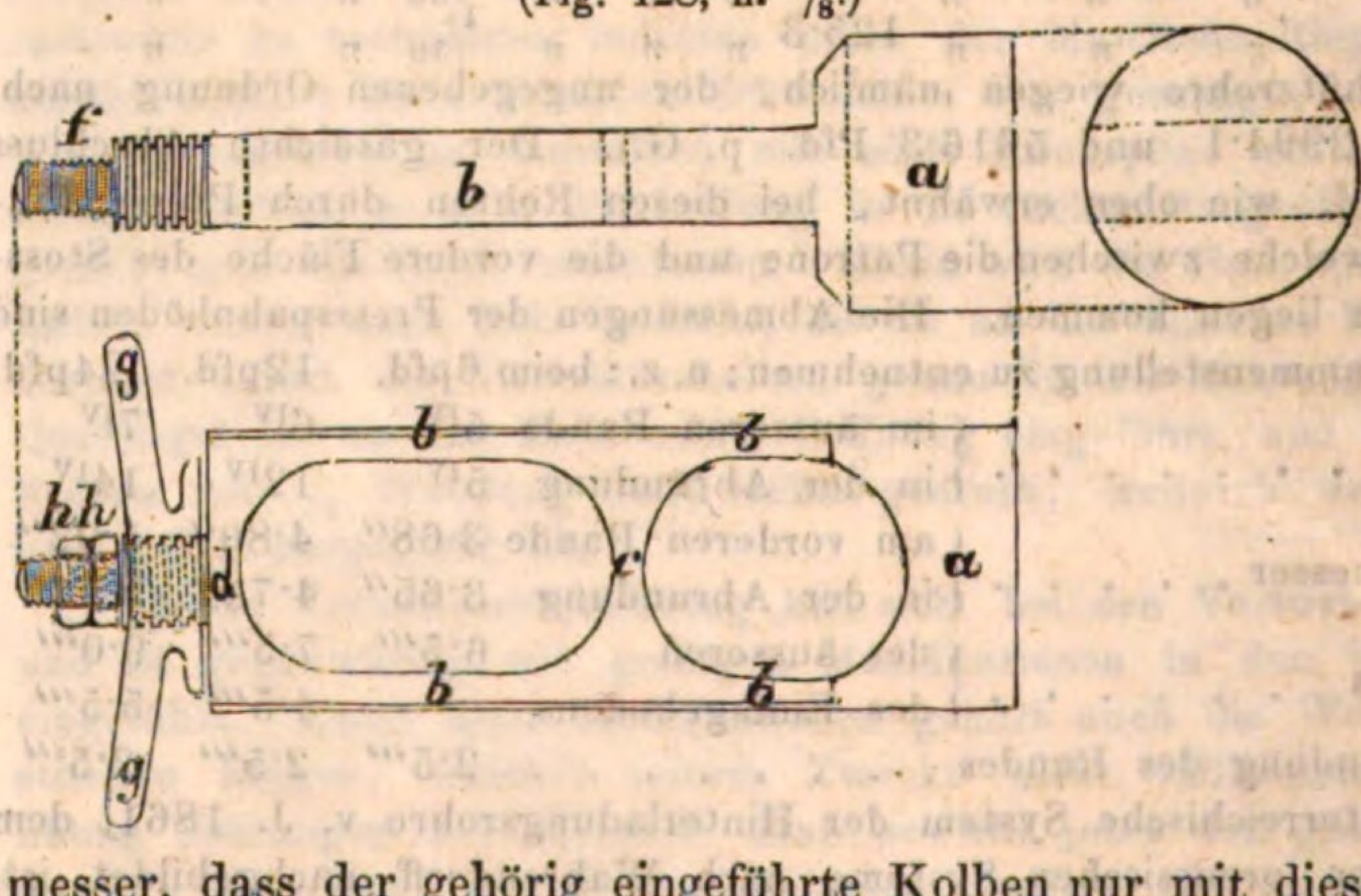
Dieser Verschlussmechanismus besteht im Wesentlichen aus der **Verschlussthür**, aus dem **Verschlusskolben**, aus dem **Quercylinder** und aus der Verschlusskapsel (letztere bei 12- und 24-pfd. Rohren der ersten Erzeugung). Die **Verschlussthür**, Fig. 127, hat die Bestimmung, dem mit ihr verbundenen Verschlusskolben eine leichte und genaue Führung in und aus dem Ladungsraume zu geben, und ihn durch das Oeffnen derselben auch während des Ladens am Rohre festzuhalten.

Dieselbe besteht aus einer quadratförmigen Platte *a a a a*, durch deren Mitte eine cylindrische im Innern nach dem Kolben-Kopfe des betreffenden Rohrkalibers konstruirte Kapsel *b* geht; der vordere, über die Platte nur wenig vorspringende Theil dieser Kapsel ist offen und im Innern konisch erweitert, ihr rückwärtiger, über die Platte weiter vorspringender Theil ist durch einen Boden *c c* geschlossen, welcher zum Durchstecken des Kolbenhalses eine Schlitzöffnung *d* von entsprechenden Dimensionen enthält.

An der linken Seite der Platte sind bei den für 12- und 24pfd. Rohre gehörigen Verschlussthüren drei, bei jenen der 6pfd. blos zwei Charniertheile, nach den an den betreffenden Rohren befindlichen Charniertheilen konstruirt, angebracht und mit Oehren versehen.

Die Verschlussthür ist in einem Stücke aus Eisen gegossen, dann abgedreht und abgefeilt, der dazu gehörige Bolzen *B* ist aus Schmiedeisen erzeugt. — Der **Verschlusskolben**, Fig. 128, besteht aus dem Kolbenkopfe und Kolbenhalse in einem Stücke, ferner aus einer Kurbel und zwei Reibungsmuttern. Der **Kolbenkopf** *a* ist gegen rückwärts etwas konisch abnehmend, nur der vorderste Theil desselben ist cylindrisch und von einem solchen Durchmesser, dass der gehörig eingeführte Kolben nur mit diesem cylindrischen Theile mit möglichst geringem Spielraume bis in den mittleren, für die Aufnahme der Ladung bestimmten Cylinder der Bohrung reicht und letztere gegen rückwärts gut schliesst. Der Kolbenkopf vertritt daher die Stelle des Stossbodens gewöhnlicher Rohre.

(Fig. 128, n. $^1/_8$.)



Der **Kolbenhals** *b* ist prismatisch, jedoch oben und unten nach der Krümmung des Kolbenkopfes abgerundet; derselbe hat zwei Durchbohrungen, wovon die dem Kolbenkopfe nächste und zum Theile in die-

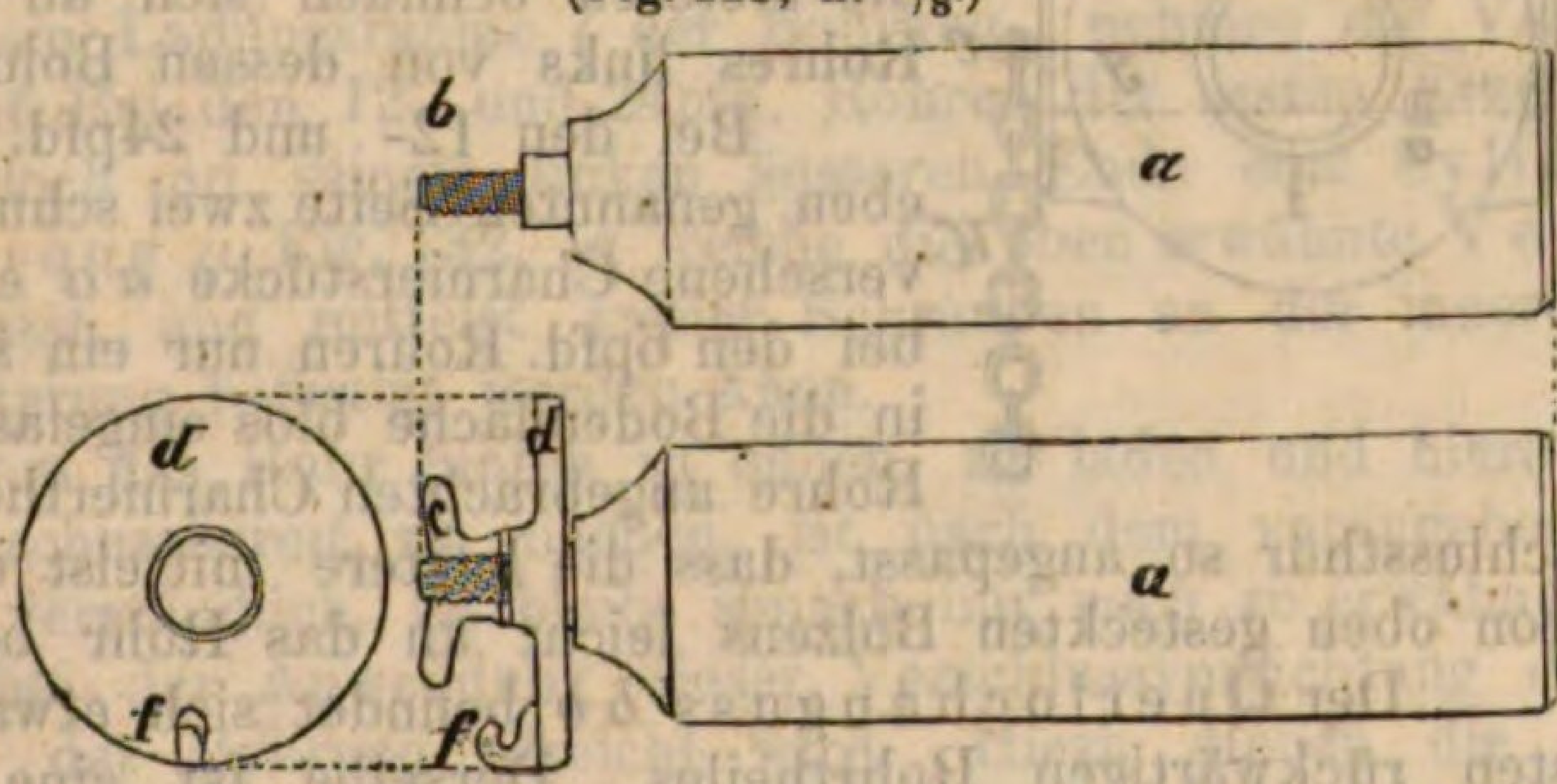
sen reichende kleinere zum Durchstecken des Quercylinders dient, während die rückwärtige grössere blos den Zweck hat, das Gewicht des Verschlusskolbens zu verringern. Die oberen und unteren schwachen Theile des Kolbenhalses *b* heissen die Arme, die Verbindungen derselben zwischen den beiden Durchbohrungen, und rückwärts der hinteren die beiden Stege, wovon der erstere *c* der vordere, der letztere *d* der rückwärtige Steg des Kolbenhalses heisst.

In der Verlängerung der Kolben-Kopfachse befindet sich am rückwärtigen Stege nach hinten zu eine Schraubenspindel *f*, deren stärkerer dem Stege zunächst liegender Theil ein flaches, der schwächere rückwärtige Theil ein scharfes Gewinde besitzt. Die Kurbel *g* ist eine Schraubenmutter mit einem dem stärkeren Theile der erwähnten Schraubenspindel entsprechenden Muttergewinde, an deren äusserem Umfange zwei Handhaben angebracht sind. Die Reibungsmuttern *h* sind gewöhnliche Schraubenmuttern, deren Gewinde auf jenes des schwächeren Theiles der vorerwähnten Schraubenspindel passen. —

Um den Verschlusskolben am Rohre zu befestigen, wird dessen Hals durch die Schlitzöffnung der Verschlussthür geschoben, dann die Kurbel, und endlich die beiden Reibungsmuttern auf ihre zugehörige Schraubenspindel aufgeschraubt. Die Kurbel erhält die Verbindung des Kolbens mit der Verschlussthür, die Reibungsmuttern dagegen verhindern das unbeabsichtigte Abschrauben der Kurbel selbst.

Die eigentliche sehr wichtige Bestimmung der Kurbel ist jedoch die, den Kolbenkopf gegen den, durch die betreffende Oeffnung des Kolbenhalses und durch das Querloch gesteckten Quercylinder fest anzuziehen, und dadurch alle vibrirenden, den Verschlusstheilen höchst schädlichen Erschütterungen möglichst zu verhindern. Der ganze Verschlusskolben sammt Kurbel und Reibungsmuttern ist aus Schmiedeisen erzeugt.

(Fig. 129, n. $^{1}/_{8}$.)



Der Quercylinder, Fig. 129. — Für das 6pfd. Rohr ist derselbe durchaus gleich stark nach dem Durchmesser desQuerloches erzeugt. In einer seiner Bodenflächen ist nach der Achse derselben ein cylindrisches, mit Schraubengewinden versehenes Loch gebohrt, in welches der Griff mit seiner Schraubenspindel eingeschraubt ist, zwischen dem eigentlichen Griffe und seiner Schraubenspindel befindet sich ein cylindrischer Absatz, auf welchem vor dem Einschrauben des Griffes eine kreisrunde Scheibe aufgesteckt und auf diese Weise am Cylinder festgehalten wird.

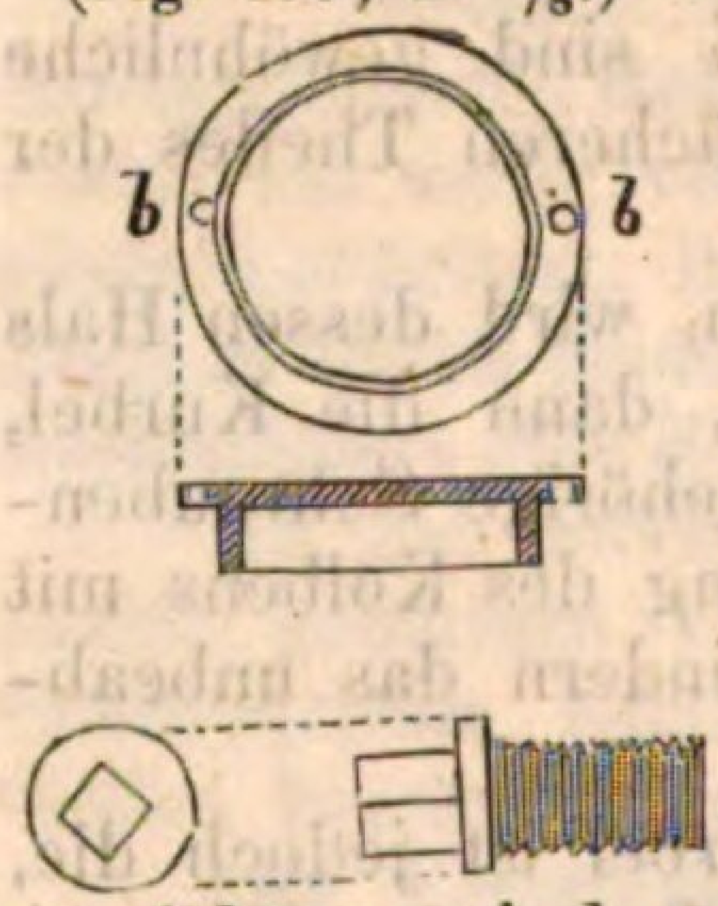
Der für 12- und 24pfd. Rohre gehörige Quercylinder besteht aus einem stärkeren nach dem Durchmesser des Querloches bemessenen Theil *a* und einem schwächeren *b*. — Das Ende des schwächeren Theiles bildet eine Schraubenspindel mit scharfen Gewinden zum Aufschrauben des Griffes, an diese schliesst sich ein cylindrischer Ansatz zur Aufnahme der

Scheibe *d*, von wo an die äussere Verbindung mit dem stärkeren Theile oder eigentlichen Cylinder vermittelst einer Hohlkehle hergestellt ist.

Die eben besprochene Scheibe *d* ist im Durchmesser etwas grösser als das Querloch des Rohrkalibers, zu welchem der Quercylinder gehört, der letztere wird beim Gebrauche stets so weit in das Querloch eingeführt, bis die Scheibe in die Fäche des rechten Querlochangusses anschliesst, wodurch diese Seite des Querloches geschlossen wird.

Am Umfange dieser Scheibe ist ein Haken *f* angebracht, in welchen das freie Endglied der am Rohre befestigten Quercylinderkette eingehängt wird, um durch diese das zu weite Herausziehen des ganzen Quercylinders aus dem Querloche zu begrenzen. Der eigentliche Quercylinder ist aus Gussstahl, die Scheibe und der Griff aus Schmiedeisen.

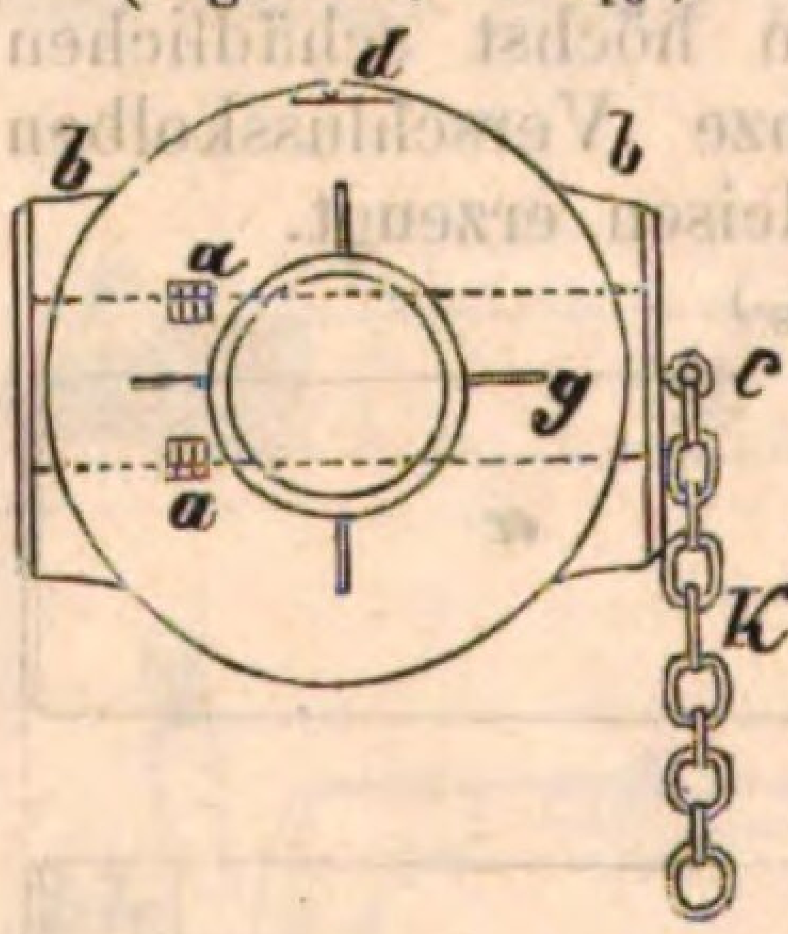
(Fig. 130, n. $1/_8$.)



Die Verschlusskapsel, Fig. 130, welche blos bei 12- und 24pfd. Rohren der ersten Erzeugung vorkömmt, ist aus Messingblech nach dem Durchmesser des Querloches und seiner Erweiterung am linken Ende erzeugt, und dient zum Verschlusse dieser Seite des Querloches bei den genannten Rohren. Um sie in dieser Erweiterung festzuhalten, wird dieselbe mittelst zweier Schrauben *a* am Rande derselben angeschraubt, zu welchem Zwecke der vorspringende Rand ihrer Bodenfläche zwei Löcher *b b* zum Durchstecken dieser Schrauben hat.

Die Abmessungen der Theile der Verschlussvorrichtung sind aus Taf. 3, §. 127 zu entnehmen.

(Fig. 131, n. $1/_{16}$.)



Die mit dem Verschlussmechanismus in Beziehung stehenden, an der äusseren Oberfläche der Rohre angebrachten Vorrichtungen sind: die Charniertheile *a*, Fig. 131, und der Querlochanguss *b*, die ersteren befinden sich an der Bodenfläche des Rohres links von dessen Bohrung.

Bei den 12- und 24pfd. Rohren sind an der eben genannten Seite zwei schmiedeiserne mit Oehren versehene Charnierstücke *a a* eingeschraubt, wogegen bei den 6pfd. Rohren nur ein solches vorhanden und in die Bodenfläche blos eingelassen ist. An diese am Rohre angebrachten Charniertheile sind jene der Verschlussthür so angepasst, dass die letztere mittelst eines durch die Oehre von oben gesteckten Bolzens leicht an das Rohr befestigt werden kann.

Der Querlochanguss *b b* befindet sich etwas vorwärts des stärksten rückwärtigen Rohrtheiles. Derselbe ist eine den Angussscheiben ähnliche Verstärkung des Rohres und dient dazu, die Widerstandsfähigkeit des letzteren in diesem Querschnitte zu erhöhen, da der Quercylinder, welcher einem grossen Theile des Stosses der Pulverladung zu widerstehen hat, durch das nach der Achse dieses Angusses gebohrte Querloch und durch die entsprechende Durchbohrung des Verschlusskolbens gesteckt wird.

Die Querlochachse, also auch jene ihres Angusses, geht durch die Achse des Rohres, steht senkrecht auf derselben und muss bei horizontaler Lage der Schildzapfenachse ebenfalls horizontal liegen.

Am rechten Querlochangusse und zwar an dem der Bodenfläche des Rohres zunächst liegenden Theile seiner ebenen Fläche ist eine Arbe *c*

aus Schmiedeisen eingeschraubt, in welcher die ebenfalls schmiedeiserne Quercylinder-Kette *K* mit einem ihrer Endglieder eingefügt ist.

Diese Kette dient dazu, um bei der Bedienung des Geschützes durch das Einhängen ihres freien Endgliedes in den an der Scheibe des Quercylinders befindlichen Haken das Herausziehen dieses Cylinders zu begrenzen.

(Fig. 132, n. 1/12.)

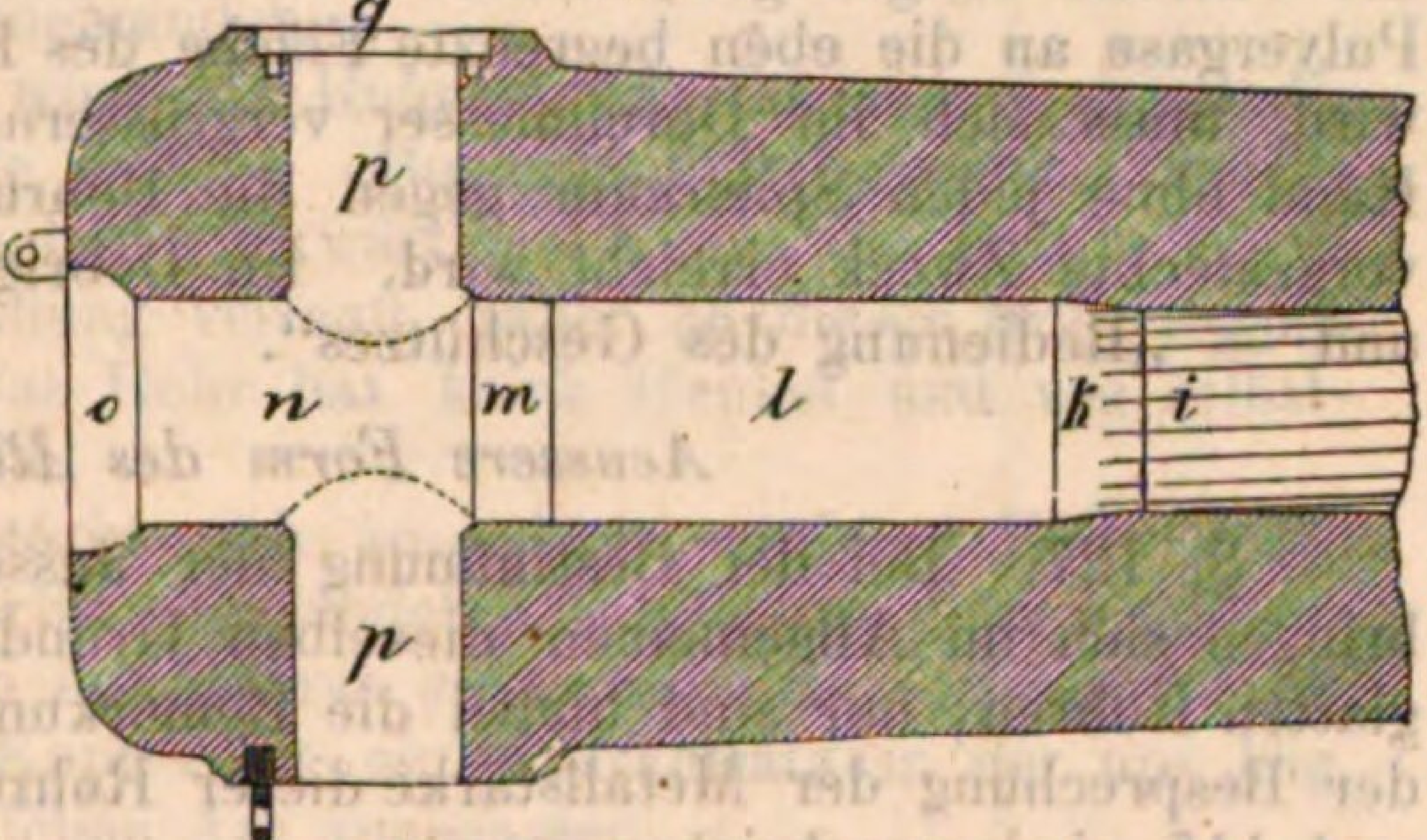
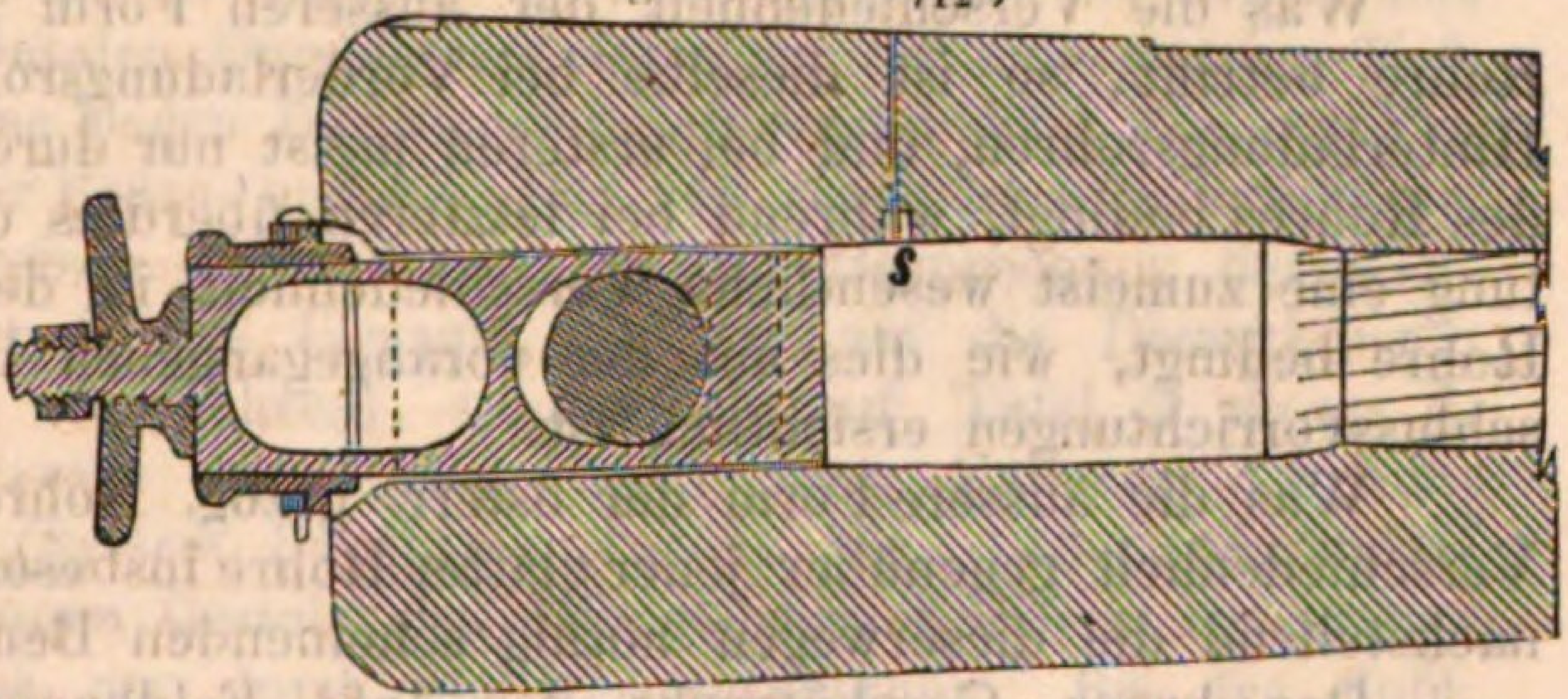


Fig. 132 zeigt die im §. 69 besprochenen Bohrungsverhältnisse im hinteren Theile des Rohres (das Querloch durchgreift, wie aus Fig. 131 zu ersehen ist, die ganze Breite des Bodenstückes resp. die Länge des Querlochangusses).

Fig. 133 stellt die zusammengestellte und in das Rohr eingeführte Verschlussvorrichtung dar. Das cylindrisch gebohrte, mit seiner Achse durch die Seellinie des Rohres gehende und auf dieselbe senkrechte Querloch *p* und der Bohrungs-Cylinder *n*, Fig. 132, nebst seiner Auskehlung *o* an der Bodenfläche und dem konischen Zulaufe *m* hinter dem Ladungsraume *l* der Bohrung, nehmen die Verschlussvorrichtung auf. Bei den 12- und 24pfd. Rohren der ersten Erzeugung hat das Querloch an seinem linken äusseren Ende eine cylindrische Erweiterung *q*, Fig. 132, in welche die oben erwähnte Verschlusskapsel passt, und mittelst zweier Schrauben an der inneren Fläche dieser Erweiterung befestigt werden kann.

(Fig. 133, n. 1/12.)



Der Vorgang, um das Rohr hinten zu öffnen, zu laden und hierauf zu schliessen oder schussbereit zu machen, ist nach dem vorangehend Gesagten von selbst verständlich. Es bleibt sonach nur noch zu erwähnen, auf welche Weise bei der Anwendung dieser Verschlussvorrichtung der gasdichte Abschluss der Bohrung erreicht wird. Hiezu dienen die in dem Abschnitte — „Sonstige Munitionssorten und Bestandtheile" — eingehend besprochenen Pressspahnböden, welche bei diesen Hinterladungsrohren, als Munitionsbestandtheil, die Bestimmung haben, den unvermeidlichen Spielraum am Kopfe des Verschlusskolbens in der Bohrung möglichst vollständig abzuschliessen, um so jedes Eindringen in den rückwärtigen Theil der Bohrung möglichst zu verhindern.

Die Pressspahnböden bestehen aus 2 kreisrunden, in der Form eines Kugelabschnittes eingebogenen und am Umfange senkrecht aufgestülpten Scheiben aus Hartdeckel (wovon die innere, der Einlagboden, einen niedrigeren Rand hat), die durch ein Bindemittel innig verbunden sind.

Der Pressspahnboden wird nicht mit der Patrone verbunden, jedoch zugleich mit ihr in die Bohrung so eingeführt, dass die Seite, gegen welche sein Rand umgebogen ist, an dem flachen Boden der Patrone anliegt, beide werden dann gemeinschaftlich mittelst des Verschlusskolbens langsam vorgeschoben. Die runde Fläche des Pressspahnbodens ist gegen die Patrone ausgebogen; indem nun dieselbe durch die Expansion der Pulvergase an die eben begrenzte Fläche des Kolbenkopfes fest angepresst wird, muss sich ihr Durchmesser vergrössern, wodurch ihr umgebogener Rand ohne jeden Spielraum gegen die Bohrungswand gedrückt und der vorgesteckte Zweck erreicht wird. Im Uebrigen siehe Tafel 3, §. 127, und — „Bedienung des Geschützes".

Aeussere Form des Rohres.

§. 127. Bei der Bestimmung der äusseren Form gezogener Rohre bringen sich im Allgemeinen dieselben Grundsätze zur Geltung, wie bei glatten Rohren; nur sind hiebei die Bemerkungen zu beachten, welche bei der Besprechung der Metallstärke dieser Rohre vorangehend in den §§. 114 und 115 niedergeschrieben wurden.

Was die Verschiedenheit der äusseren Form glatter und gezogener Rohre betrifft, so ist dieselbe bei Vorderladungsrohren geringer als bei Hinterladungsrohren, und bei ersteren meist nur durch die Visireinrichtung des Rohres bedingt, während bei letzteren überdies die Verschlussvorrichtung eine zumeist wesentliche Verschiedenheit in der äusseren Form der Rohre bedingt, wie dies aus der vorangegangenen Besprechung der Verschlussvorrichtungen ersichtlich ist.

Was die äussere Form der österr. gezog. Rohre überhaupt, und ihre Verschiedenheit gegenüber jener glatter Rohre insbesondere betrifft, so folgen nachstehend die dieserwegen nöthig scheinenden Bemerkungen.

Das bronz. Geschützrohr der 4pfd. Feldkanone mit excentrischen Bogenzügen besteht seiner äusseren Gestalt nach aus zwei Konusen *A* und *B*, Taf. II, Fig. 134—138. Der eine Konus *A* bildet das Boden- und Mittelstück, der andere *B* das Kopfstück. — Das Bodenstück schliesst rückwärts an einen steilen Konus *C*, der in den Traubenhals *a* übergeht und am Ende desselben die Traube *D* trägt. Das Kopfstück ist vorn durch die Hohlkehle *b* mit dem Kopfe *E* verbunden, der den Visirreif *c* mit einem Visiraufsatze *d* besitzt.

Das Rohr besitzt keine Henkel, und hat am vörderen Theile des stärkeren Konus (am Mittelstücke) die beiden Schildzapfen *FF* sammt Angussscheiben. Im Uebrigen verweisen wir auf die — „Nebentheile des Rohres" — und die diesem §. angehängte Tafel 3.

Das 8pf. Feldkanonenrohr dieses Systems ist von ähnlicher äusserer Gestalt wie das 4pfd., nur ist dasselbe, dem Kaliber entsprechend, stärker in seinen Abmessungen gehalten.

Die 3pfd. Gebirgskanone dieses Systems ist dem 4-Pfdr. ähnlich konstruirt, unterscheidet sich jedoch in seiner äusseren Gestalt von dem letzteren nicht nur durch die verhältnissmässig kleineren Abmessungen der einzelnen Theile, sondern auch durch die Richtvorrichtung am Rohre.

Beim 3pfd. Rohr bildet das Vorder- und Mittelstück einen Konus (von der Mündung bis 7″ hinter die Schildzapfen reichend), welcher mit dem Konuse des Bodenstückes durch eine Hohlkehle verbunden ist.

Das gusseiserne Rohr der 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungskanonen des Batterie-Geschützes, Taf. II, Fig. 139—142, besteht der äusseren Form nach aus einem rückwärtigen schwach, und aus einem vorderen stärker zulaufenden Konus. Der erstere entspricht dem Boden- und Zapfenstücke, der letztere dem Langenfelde der gewöhnlichen Rohre. Diese beiden konischen Haupttheile des Rohres stossen ohne jede Zwischenverbindung unmittelbar aneinander.

Am rückwärtigen Ende wird das Rohr durch eine ebene, gegen die Rohrachse senkrecht stehende Fläche (Bodenfläche) begrenzt, welche sich durch eine Abrundung in den rückwärtigen Konus des Rohres ebenfalls ohne jede Zwischenverbindung verlauft, daher an diesen Rohren auch der hintere Visirreif fehlt. Das Rohr hat keine Henkel und wie selbstverständlich auch keine Traube.

Der vordere Konus verstärkt sich an seinem vorderen Ende durch eine Hohlkehle zu dem wulstartig abgerundeten Kopfe, an dessen vordere Abrundung die Mündungsfläche des Rohres etwas vorspringend anschliesst.

Am oberen Theile des Kopfes ist ein Visiraufsatz in der aus Fig. 139 und 142, Taf. II, ersichtlichen Art angegossen.

Sowohl an der Boden- als auch an der Mündungsfläche des Rohres sind die vertikalen und horizontalen Durchmesser derselben auf eine mässige Tiefe eingefeilt, man nennt diese beiden Durchmesser die Kreuzschnitte, u. z. *g g*, Fig. 141, den Kreuzschnitt der Boden- und *h h*, Fig. 142, jenen der Mündungsfläche.

Im Uebrigen verweisen wir auf das bei der Besprechung der Verschlussvorrichtung dieser Rohre Gesagte, so wie auf die Bemerkungen im §. 128 (Nebentheile des Rohres), schliesslich auf Tafel 3 dieses §.

Die bronz. Geschützrohe der 6- und 12pfd. gezog. Kanonen der Konstruktion vom J. 1860 (System La Hitté), Taf. II, Fig. 143—145, unterscheiden sich in der äusseren Gestalt von den gleichen Kalibern mit glatter Bohrung im Wesentlichen nur durch die Richtvorrichtung. Bei den 6pfd. Kavallerie-Kanonen dieses Systems hat das Rohr zur Erzielung grösserer Elevationswinkel, den hinteren Visirreif, unten in der Verlängerung der Bodenfläche, abgeschnitten und gegen rückwärts abgerundet.

Die bronz. Rohre der 3-, 4- und 8pfd. Schiesswollkanonen (System Lenk) sind jenen der gleichen Kaliber mit Bogenzügen in der äusseren Gestalt des Rohres nahezu gleich, doch sind erstere am Bodenstücke hinten etwas stärker und am Vorderstücke vorn etwas schwächer im Metalle als letztere, was in der brisanteren Wirkung und raschen Verbrennung der Schiesswolle seine Begründung findet. Im Uebrigen siehe Tafel 4 dieses §., und §. 128.

Die angehängte Tafel II stellt die Geschützrohre mit gezogener Bohrung der österr. Artillerie dar; und zwar:

Fig. 134—138 ein 4pfd. Bogenzug-Geschützrohr (System 1863. — Gegenwärtig eingeführt);

Fig. 139—142 ein 12pfd. Hinterladungs-Batteriegeschütz-Rohr (System 1861. — Gegenwärtig eingeführt);

Fig. 143—145 ein 6pfd. Feldkanonenrohr (System 1860, — La Hitté. — Die Auflassung beabsichtigt); endlich

Fig. 146—149 ein 4pfd. Schiesswoll-Geschützrohr (System 1862, — Lenk. — Aufgelassen).

3. Tafel.

Kaliber, Gattung, Länge,*) Bohrungsverhältnisse, Zugprofil, Spielraum, Drallverhältnisse, Metallstärke, Schildzapfen-Anordnung, Zündloch, Visireinrichtung, Gewicht und Hinterwucht der k. k. Geschützrohre mit gezogener Bohrung.

Gegenstand	3			4			8			6			12			24		
	pf. bronz. Gebirgs-			pf. bronz. Feld-						pf. eiserne Batterie-								
	Kanone mit Vorderladung (System 1863)									Kanone mit Hinterladung (System 1861)								
	″	‴	IV	″	‴	IV	″	‴	IV	″	‴	IV	″	‴	IV	″	‴	IV
Durchmesser der Bohrung in den Zügen beziehungsweise grösster	3	—	9	3	5	—	4	2	—	3	6	10	4	8	—	5	9	4
Durchmesser der Bohrung in den Feldern beziehungsweise kleinster	2	9	9	3	1	—	3	10	—	3	5	8	4	6	10	5	7	11
Durchmesser der Bohrung im 2. Cylinder	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	7	8	4	9	1	5	10	5
Durchmesser der Bohrung im 3. Cylinder	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	8	1	4	9	6	5	10	10
Durchmesser des Querloches	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11	7	3	10	5	4	8	5
Durchmesser der Schildzapfen	2	3	—	3	—	—	3	9	—	3	7	2	4	9	—	6	—	—
Durchmesser „ Angussscheiben	3	—	—	4	—	—	5	—	—	4	6	—	6	—	—	7	4	—
Durchmesser des Zündloches	—	3	—	—	3	—	—	3	—	—	3	—	—	3	—	—	3	—
Durchmesser „ Quercylinders	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11	3	3	10	—	4	8	—
Durchmesser des Rohres am Bodenstück hinten	6	3	—	8	6	—	10	8	—	11	5	—	15	2	4	19	—	8
Durchmesser des Rohres am vordern Ende des Bodenstückes	6	—	—	7	9	—	9	6	—	—	—	—	12	5	—	16	9	4
Durchmesser des Rohres hinter der Hohlkehle am Vorderstücke	3	11	3	5	1	—	6	3	10	7	9	—	9	—	—	12	—	—
Durchmesser des Rohres am grössten Kreise des vorderen Visirreifes	5	3	—	6	7	—	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchmesser des Rohres mit Traube im Zollmasse	39	—	—	52	6	—	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchmesser des Rohres ohne Traube im Zollmasse	36	—	—	48	6	—	59	—	—	77	5	6	105	4	—	117	2	—
Durchmesser des Rohres „ Traube im Kalibermasse (in Durchmessern des Geschossgrundkreises)		13			16			15¾			22			23			21	
Länge des Bodenstückes	10	—	—	22	6	—	28	—	—	—	—	—	49	4	—	51	11	9
Länge „ Vorderstückes	26	—	—	26	—	—	31	—	—	—	—	—	56	—	—	65	2	3
Länge der Bohrung	34	6	—	46	—	—	55	9	—	77	5	6	105	4	—	117	2	—
Länge des Laderaumes, beziehungsweise Patronenlagers	3	—	—	5	—	—	5	3	—	17	8	—	22	10	4	29	4	5
Länge „ 1. Cylinders der Bohrung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58	7	—	81	4	10	86	7	8
Länge „ 2. Cylinders der Bohrung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	7	8	11	4	5	15	3	10
Länge „ 3. Cylinders der Bohrung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	7	4	2	9	6	—
Länge „ 1. Konus der Bohrung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11	10	1	11	10	1	11	10
Länge „ 2. Konus der Bohrung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	1	7	9	1	11	10
Länge der rückwärtigen Bohrungs-Auskehlung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	7	—	1	8	—
Länge des gezogenen Theiles der Bohrung	31	6	—	41	—	—	50	6	—	59	9	6	82	5	8	87	9	7
Länge „ ganzen Querloches	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	5	—	16	5	8	20	3	—
Länge „ rechten und linken Theiles des Querloches	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	5½	5	10	1	7	2	1
Länge „ ganzen Quercylinders	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	8	3	17	1	—	19	11	2
Länge „ cylindrischen Theiles des Quercylinders	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	12	9	9	14	1	—

Länge: des Kolbens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	8	9	3	4	—	4	5	—
Länge: bis zur Schraube } der Verschluss-Vorrichtung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	3	14	9	—	18	3	10
Länge: „ incl. der Schraube } der Verschluss-Vorrichtung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	9	3	18	6	—	22	—	10
Länge: der Kette	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	6	—	12	—	—	12	—	—
Länge: „ Schildzapfen	2	—	—	2	6	—	3	3	—	3	5	3	4	6	—	5	9	—
Länge: „ Quadranten-Ebene	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	3	—	6	3	—	6	3	—
Abstand: der durch die Visirpunkte senkrecht auf die Rohrachse gelegten Ebenen bei der oberen } Aufstellung des Geschütz-Aufsatzes	34	3	3	46	8	—	56	9	6	74	7	10	101	3	4	112	4	10
Abstand: der durch die Visirpunkte senkrecht auf die Rohrachse gelegten Ebenen bei der unteren } Aufstellung des Geschütz-Aufsatzes	17	3	9	19	9	9	24	3	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abstand: „ oberen (hint.) } Aufsatzebene } von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	2	10	6	4	1	—	5	2	—	5	5	6	7	4	2	9	3	4
Abstand: „ unteren } Aufsatzebene } von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	1	9	6	2	5	6	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abstand: des vorderen } Visirpunktes } von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	3	—	6	3	10	6	4	9	3	5	7	6	7	6	2	9	5	4
Abstand: „ mittleren } Visirpunktes } von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	—	10	—	1	—	—	3	10	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abstand: der Seitenfläche im Einschnitte für die } von der durch die Rohrachse senkrecht auf die Schildzapfenachse gelegten Ebene	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abstand: untere Stellung des Geschützaufsatzes } von der durch die Rohrachse senkrecht auf die Schildzapfenachse gelegten Ebene	1	—	—	2	—	6	2	10	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abstand: des mittleren Visirpunktes } von der durch die Rohrachse senkrecht auf die Schildzapfenachse gelegten Ebene	2	10	9	4	1	6	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abstand: „ Schwerpunktes des Rohres von der Mündungsfläche	23	—	—	30	7	—	36	9	—	43	11	6	62	2	—	67	6	6
Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche	19	—	—	29	—	—	34	9	—	39	11	6	59	10	—	66	5	6
Vorsetzung } der Querlochachse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	6	6	11	4	8	5	3
Vorsetzung } „ vorderen Kante der Aufsatzebene	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9	—	2	9	—	3	3	3
Neigung } der Zündlochachse } gegen die } Rohrachse		83°			83°			83°			90°			90°			90°	
Vorsetzung } der Zündlochachse } auf der } Rohrachse	—	6	—	—	8	—	—	10	—	10	10	—	13	4	5	16	2	8
Vorsetzung } der Zündlochachse } „ „ Rohroberfläche	1	6	—	2	7	—	3	3	—	10	10	—	13	4	5	16	2	8
Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse	—	9	—	1	6	—	1	9	—	1	9	7	2	5	9	2	10	—
Zwischenweite der Angussscheiben	6	3	6	9	8	9	12	1	—	9	10	10	14	6	—	17	6	—
Breite der Felder	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—	2	4	—	2	3
Zug: Zahl		6			6			8			18			24			30	
Zug: Breite } an der Basis	1	4	6	1	6	6	1	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zug: Breite } nächst den Feldern	1	5	8	1	7	4	1	6	—	—	4	10	—	4	10	—	4	10
Zug: Tiefe	—	1	6	—	2	—	—	2	—	—	—	7	—	—	7	—	—	8½
Höhe des Keilansatzes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spielraum } in den Zügen	—	—	9	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spielraum } an den Feldern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Drall: Länge	59	6	—	64	9	—	80	6	—	178	9	—	238	3	6	357	5	3
Drall: Winkel		8° 30'			8° 30'			8° 30'			3° 29½'			3° 26½'			2° 41¼'	
Drall: Umdrehung in der Rohrbohrung		0·53			0·63			0·63			0·33			0·33			0·25	
Metall-Stärke } am Bodenstück hinten	1	6	—	2	6	—	3	3	—	3	11	8	5	3	9	6	8	4
Metall-Stärke } „ Vorderstück vorne (am Fusse der Hohlkehle)	—	6	9	1	—	—	1	2	11	2	1	8	2	2	7	3	2	—
Gewicht } des Rohres } in Wiener Pfund		155			475			880			1150			2640			5020	
Gewicht } der Verschlussvorrichtung } in Wiener Pfund		—			—			—			40			70			112	
Hinterwucht des Rohres } in Theilen des Rohrgewichtes (beziehungsweise } in Wiener Pfund		38			40			75			127			220			226	
Hinterwucht des Rohres } ohne Verschluss)		0·25			0·085			0·085			0·11			0·083			0·045	

*) Die Toleranzen sämmtlicher Abmessungen finden sich in dem Abschnitte — „Untersuchung des Rohres."

4. Tafel.

Kaliber, Gattung, Länge,*) Bohrungsverhältnisse, Zugprofil, Spielraum, Drallverhältnisse, Metallstärke, Schildzapfen-Anordnung, Zündloch, Visireinrichtung, Gewicht und Hinterwucht der k. k. Geschützrohre mit gezogener Bohrung.

Gegenstand	6			12			3			4			8		
	pf. bronz. Feld-						pf. bronz. Gebirgs-			pf. bronz. Feld-					
	Kanonen mit Vorderladung (System 1860; La Hitte) **)						Kanonen mit Vorderladung (Schiesswollgeschütze; System Lenk) ***)								
	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV	''	'''	IV
Durchmesser der Bohrung in den Zügen beziehungsweise grösster	3	10	8	4	10	10	3	—	3	3	3	6	4	—	6
Durchmesser der Bohrung an den Feldern beziehungsweise kleinster	3	8	—	4	6	10	2	9	9	3	1	—	3	10	—
Durchmesser der Schildzapfen	3	5	3	4	3	11	2	3	—	2	11	—	3	9	—
Durchmesser des Zündloches	—	3	—	—	3	—	—	3	—	—	3	—	—	3	—
Durchmesser des Rohres am Bodenstück hinten	9	3	1	10	11	10	6	5	—	8	10	6	11	2	—
Durchmesser des Rohres hinter der Hohlkehle am Vorderstück	5	8	11	7	2	5	3	—	6	4	2	—	5	5	6
Länge des Rohres ohne Traube im Zollmasse	54	11	—	69	3	—	33	—	—	42	8	—	53	—	—
Länge des Rohres ohne Traube im Kalibermasse (in Durchmessern des Geschossgrundkreises)		16			16			12¾			14			14	
Länge der Bohrung	51	6	2	64	10	11	31	3	—	39	10	—	49	6	—
Länge des Patronenlagers	3	9	2	3	11	11	3	—	—	4	10	—	5	—	—
Länge des gezogenen Theiles der Bohrung	47	9	—	60	11	—	28	3	—	35	—	—	44	6	—
Abstand der oberen Visirpunkte	52	6	5	66	2	4	31	1	3	40	8	—	50	7	6
Abstand des hinteren Visirpunktes von der Rohrachse	5	—	2	6	3	8	3	—	—	4	3	—	5	4	—
Abstand des vorderen Visirpunktes von der Rohrachse	4	5	6	5	7	4	3	1	—	3	10	6	4	9	3
Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche	30	5	1	38	4	5	16	6	—	24	8	—	29	6	8
Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse	1	8	7	2	2	—	—	8	—	1	4	9	1	7	6
Vorsetzung der Zündlochachse auf der Rohrachse	—	9	—	—	11	4	—	7	6	—	9	6	—	11	6
Neigung der Zündlochachse gegen die Rohrachse		81½°			81½°			82°			82°			82°	
Zwischenweite der Angussscheiben	9	4	8	11	10	—	5	10	—	9	2	6	11	6	—
Breite der Felder	—	10	2	—	10	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Züge Zahl		6			6			1 + 3			1 + 3			1 + 3	
Züge Breite an der Basis	—	8	8	—	10	10	1	—	—	1	—	—	1	—	—
Züge Breite nächst den Feldern	—	12	8½	—	16	8	1	—	6	1	—	6	1	—	6
Züge Tiefe	—	1	4	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—
Höhe des Keilansatzes	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—
Spielraum in den Zügen	—	—	10	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spielraum nächst den Feldern	—	1	4	—	1	4	—	1	—	—	1	—	—	1	—
Drall Länge	93	8	—	121	10	—	58	6	—	63	9	—	80	—	—
Drall Winkel		7°			6° 44'			8° 30'			8° 30'			8° 30'	
Drall Umdrehung in der Rohrbohrung		0·5			0·5			0·5			0·55			0·56	
Metallstärke am Bodenstück hinten	2	8	6	3	2	6	1	9	—	2	10	6	3	5	—
Metallstärke hinter der Hohlkehle am Vorderstück	1	—	5	1	3	9	—	7	—	1	1	—	1	3	—
Gewicht des Rohres in Pfunden		722			1340			153			377			775	

*) Die Toleranzen sämmtlicher Abmessungen finden sich in dem Abschnitte — „Untersuchung des Rohres“. **) Die Auflassung beabsichtigt. ***) Aufgelassen.

Nebentheile des Rohres.

Bei gezogenen Rohren kommen dieselben Nebentheile und zu denselben Zwecken wie bei glatten Rohren vor; auch gilt das dort in dieser Beziehung Gesagte hier zum grössten Theile. Die geringen Unterschiede bezüglich der Nebentheile des Rohres wurden zum Theile bei der Besprechung der Metallstärke, der Verschlussvorrichtung und der äusseren Form der gezogenen Rohre erwähnt, zum Theile sind dieselben den folgenden §§. zu entnehmen.

§. 128. Die Richtvorrichtungen am Rohre. Da die konstante Abweichung, Derivation, der aus gezogenen Rohren mit Rotation abgeschossenen Langgeschosse aus der Vertikalebene (Schussebene) erst auf 400—600 Schritt merklich wird, so pflegt man diese Abweichung bis zu den genannten Entfernungen zu vernachlässigen und sich zur Richtung des Rohres bis zu diesen Distanzen nur der höchsten Metallpunkte (Visir und Korn) oder des Aufsatzes mit bloser Vertikalverschiebung zu bedienen.

Auch auf Entfernungen bis zu 3000 Schritt (beim Schiessen) kommen die Richtvorrichtungen gezogener Rohre im Allgemeinen mit jenen der glatten Rohre überein; nur ist bei ersteren, wegen der hier stattfindenden konstanten Abweichung der Geschosse, die Einrichtung des Geschützaufsatzes eine verschiedene (Vertikal- und Horizontal-Verschiebung des Absehens).

Auf grössere Entfernungen jedoch, auf welche die aus rechtsgezogenen Rohren getriebenen Langgeschosse schon eine bedeutende Derivation nach rechts haben, müssen diese Rohre dieserwegen auch beträchtlich nach links abgerichtet werden, wonach die Richtungsebene sich noch mehr von der durch die Rohrachse gelegten Vertikalebene entfernt, während bei glatten Rohren beide zumeist übereinkommen, und es weicht demnach für diese Entfernungen die Visireinrichtung gezogener Rohre auch wesentlich von jener der glatten Rohre ab.

Da nämlich in diesem Falle (beim Schiessen oder Werfen auf grosse Entfernungen) aus gezogenen Rohren unter grossen Elevationswinkeln gefeuert werden muss, so würde für diese Winkel die Seitenverschiebung sehr gross und der Aufsatz sehr hoch ausfallen, und deshalb der Gebrauch des letzteren für den die Richtung besorgenden Artilleristen äusserst unbequem werden. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, wählt man, wenn der Aufsatz ein gewisses Mass überschreitet (was bei dem in Rede stehenden Falle stattfindet), statt des hinteren, am höchsten Punkte des Rohres gelegenen Aufstellungspunktes des Aufsatzes einen zweiten rechts seitwärts am Bodenstücke befindlichen Punkt, bei welchem eine entsprechende Einrichtung zum Aufstellen des Aufsatzes angebracht ist, und statt des am Kopfe des Rohres befindlichen Kornes ein an der Angussscheibe des rechten Schildzapfens angebrachtes Visir zur Richtung.

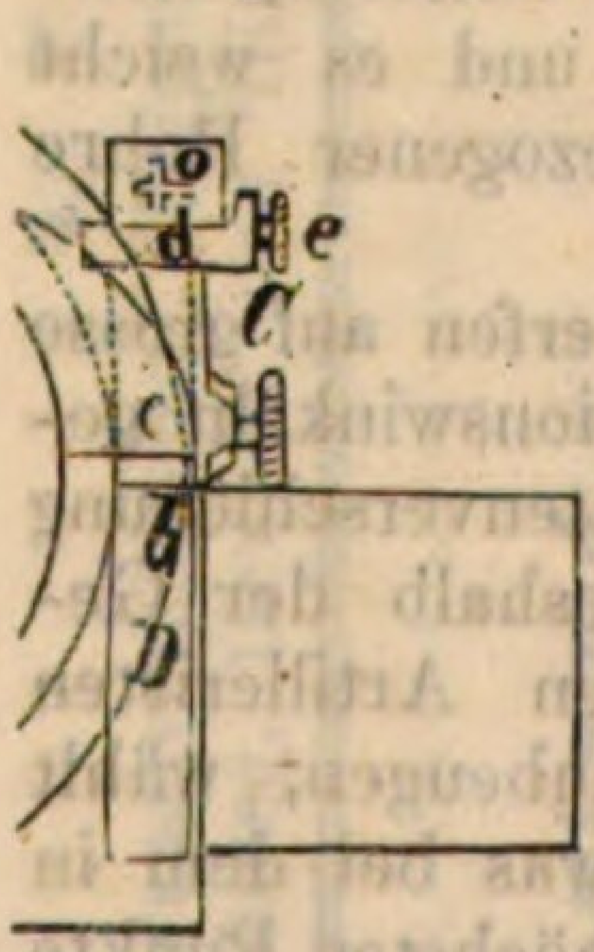
Dadurch, dass man das Korn oder den vorderen Visirpunkt in der Gegend des rechten Schildzapfens wählt, hat man die Entfernung der Visirpunkte fast um die Hälfte verkürzt, also auch die Aufsatzhöhen fast um die Hälfte des ursprünglichen Masses vermindert; durch die Wahl des Aufstellungspunktes für den Geschützaufsatz am Bodenstücke rechts des ursprünglichen hat man überdies auch die Seitenverschiebung entsprechend verkürzt, und so die Handhabung des Aufsatzes wesentlich erleichtert.

Auch bei gezogenen Rohren ist die Visireinrichtung des Rohres auf die horizontale Stellung der Schildzapfenachse basirt und es muss daher dieselbe wo möglich immer herbeigeführt werden, wenn nicht Fehler in der Richtung eintreten sollen. (Siehe „Richten des gezogenen Rohres.")

Die Visirpunkte müssen selbstverständlich auch bei gezogenen Rohren, nach sorgfältig durchgeführten Versuchen, so bestimmt werden, dass die Fluglinie des Geschosses die Visirlinie im Zielpunkte durchschneidet.

Das gezogene französische 4pfd. Feldgeschütz-Rohr hat für das Richten auf die kürzesten Distanzen in der Vertikalebene der Rohrachse am Kopfe einen keilförmigen Einschnitt und am hinteren Visirreife ein kurzes Aufsatzstück mit Visireinschnitt. Die natürliche Visirlinie, welche über diese Einschnitte geht, schliesst mit der Seellinie den Winkel von 1^0 20′ ein, welcher einer Schussweite (Metalldistanz) von $500^m = 650$ Schritten entspricht. Zum Richten auf grössere Distanzen wird der Aufsatz gebraucht, der an der rückwärtigen Fläche des Bodenstückes, rechts von der Rohrachse, in einem ausgehöhlten Ansatze befestiget wird. Die Aushöhlung oder die Nuth des Ansatzes hat von der Vertikalen eine Neigung nach links in dem Verhältnisse von 10 : 1, so zwar, dass, wenn der Visireinschnitt des Aufsatzes um 10 Theile erhöht wird, er sich um einen Theil nach links aus der Vertikallinie gestellt befindet. Die französische Artillerie hat nämlich bei diesem Rohre gefunden, dass die Seitenabweichungen der Geschosse nach rechts eine Seitenverschiebung des Aufsatzvisires nach links erfordern, deren Grösse fast $^1/_{10}$ der entsprechenden Aufsatzhöhe beträgt. Als zweiter Visirpunkt für die Aufsatzrichtung befindet sich vor- und seitwärts des rechten Henkels ein bronzener, mittelst einer Schraube am Rohre befestigter Visirkegel.

(Fig. 150.)



Die Visireinrichtung der Armstrong-Rohre kann zu den festen gezählt werden; in Fig. 150 ist dieselbe in der hinteren Ansicht auf einem 9pfd. Hinterladungsrohre dargestellt.

Das Richten des Rohres geschieht über ein, am rechten Schildzapfen angebrachtes Korn und über einen mit grosser Genauigkeit ausgearbeiteten Aufsatz *C*, welcher sich ebenfalls an der rechten Seite des Rohres, in einer Tasche *b* des am Ende des Bodenstückes zu diesem Zwecke angebrachten kupfernen Ringes *D* befindet. Der Aufsatz lässt sich in der genannten Tasche nach vertikaler Richtung verschieben und feststellen; er hat oben eine Visirplatte mit einer Oeffnung *o* in Kreuzform, welche das vertikale und horizontale Visiren mit Leichtigkeit gestattet. Die Visirplatte ist an einem Querarme *d* des Aufsatzes mittelst einer Stellschraube *e* nach horizontaler Richtung verschiebbar, um die Derivationen zu geben. Ein Vernier ist sowohl für die vertikale als horizontale Eintheilung vorhanden; mit ihm kann man die Höhenrichtung und Seitenverschiebung sehr genau geben. Dieser Aufsatz ist eigentlich für weite Entfernungen bestimmt, auf welchen man das Geschütz mit vieler Ueberlegung richten kann. Für ein schnelles Feuer auf kurze Entfernungen wird ein einfacher Aufsatz bereit gehalten, der sich leichter gebrauchen lässt.

Was die Visireinrichtung der österr. gezog. Rohre betrifft, so bleibt nach dem Gesagten das Nachfolgende zu erwähnen.

Bei den 4- und 8pfd. Geschützrohren mit Bogenzügen ist am Kopfe der Visirreif *c*, Fig. 134—138, Taf. II, mit einem Visiraufsatze *d* angebracht. An der höchsten Stelle dieses Visiraufsatzes befindet sich eine

Höhlung (ein eingesetztes muldenförmig ausgehöhltes stählernes Aufsatzstück), in deren Breitenmitte ein konisches Visirkorn *e* eingeschraubt ist. Die Höhlung in dem oberen Theile des Visiraufsatzes hat den Zweck, das darin eingesetzte Korn gegen zufällige Beschädigungen zu schützen. Am hinteren Theile des Bodenstückes *A* (der gewissermassen für diesen Zweck die Stelle des hinteren Visirreifes vertritt) befindet sich an der höchsten Stelle eine Platte *f*, um den Geschützaufsatz gleichmässig und fest aufstellen zu können, und vor demselben ein Einschnitt *m* zur Erleichterung der Metallrichtung. An demselben Orte, etwas tiefer und rechts seitwärts, ist eine Nuth *g g'* angebracht, um den Aufsatz, wenn das Rohr auf grosse Entfernungen (über 3000 Schritte) gerichtet werden soll, dort aufzustellen (einzuschieben). Am Angusse *h* des rechten Schildzapfens (wenn man das Rohr vom Bodenstücke aus betrachtet) ist ein stählernes Visir *i* mittelst zweier Schrauben, in der zu diesem Zwecke daselbst hergestellten Vertiefung befestigt, auf welchem oben ein kegelförmiges Visirkorn *v* angebracht ist, welches statt des am Kopfe befindlichen Visirkorns benützt wird, wenn der Aufsatz in die am Bodenstücke befindliche Nuth *g g'* geschoben wird, also das Rohr auf grössere Entfernungen gerichtet werden soll. (Das auf der rechten Angussscheibe angebrachte Visirkorn wird, seiner Lage entsprechend, mittleres Visirkorn genannt.) Die Richtvorrichtung des 3pfd. Geschütz-Rohres dieses Systems unterscheidet sich von jener des 4- und 8pfd. Rohres dadurch, dass hier statt des vorderen und mittleren Visirkornes seichte keilförmige Visireinschnitte angebracht sind.

Die Entfernungen der Visirpunkte dieser Rohre von einander und von der Rohrachse, sowie jene der Aufsatzebenen von letzterer, sind der im §. 127 eingeschalteten Taf. 3 zu entnehmen. Die 3pf. Rohre sind verglichen.

Bei 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungsrohren sind für das Richten an der Oberfläche des Rohres, Fig. 139—142, Taf. II, die Aufsatz- und Quadrantenebene, dann die beiden Visireinschnitte angebracht. Die Aufsatzebene *d* ist in der Gegend des höchsten rückwärtigen Punktes des Rohres, theils in den Konus, theils in die rückwärtige Abrundung desselben eingeschnitten, sie dient zum richtigen Aufsetzen des Geschützaufsatzes mit seinem Postamente. Die Quadrantenebene *f* ist vor dem Zündloche am Rohre angebracht und dient zum Aufsetzen des Quadranten, wenn dem Rohre die Elevation mit einem solchen zu geben ist. Beide diese Ebenen sind so gestellt, dass sie bei horizontaler Lage der Rohr- und Schildzapfenachse ebenfalls wagrecht sind.

Am höchsten Punkte der Rohrkante, welche durch den Einschnitt der Aufsatzebene gebildet wird, ist der rückwärtige, und am höchsten Punkte des Visiraufsatzes am Kopfe der vordere Visireinschnitt eingefeilt. Die beiden Einschnitte haben einen gleichen Abstand von der Rohrachse, d. i. die Rohre sind verglichen. Bei diesen Hinterladungsrohren fehlt das Schildzapfen- oder Mittelvisir.

Der Abstand der beiden Visirpunkte von einander und von der Rohrachse, sowie jener der Aufsatz- und Quadrantenebene von letzterer ist aus Taf. 3, §. 127, zu entnehmen.

Die Visireinrichtung der 6- und 12pfd. La Hitte-Rohre und jener der 3-, 4- und 8pfd. Schiesswoll-Rohre ist im wesentlichen jener der Bogenzug-Geschützrohre gleich. Die Entfernungen der Visirpunkte von einander und von der Rohrachse finden sich in Taf. 4, §. 127.

Bei dem 3pfd. Rohre fehlt das Schildzapfen-Visir und dem zufolge natürlich auch die am Bodenstücke rechts seitwärts beim 4- und 8pfd. Rohre befindliche Nuth *g g'*. Bei der Kürze des Rohres wurde nämlich für die zu ertheilende Seitenverschiebung auf alle Distanzen die Aufstellung des Aufsatzes auf der hinteren Visirplatte als genügend angesehen. Endlich ist statt des beim 4- und 8-Pfdr. am vorderen Visiraufsatze vorkommenden Visirkorn beim 3-Pfdr. ein Visireinschnitt angebracht.

Die vorderen und hinteren festen Visirpunkte der 4-, 6-, 8- und 12pfd. gezogenen Feldkanonen entsprechen in ihrer Proportionirung einer Metallschussweite von 400—500 Schritte und einem Kernwinkel von 27 $^1/_2$, 36, 34 und 36 Minuten. Die 3pfd. Gebirgs- und die 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungs-Rohre sind verglichen.

Im Uebrigen verweisen wir auf das in den §§. 45 und 46 Gesagte.

§. 129. Die Verstäbungen und der Kopf des Rohres sind zu gleichen Zwecken und in gleicher Weise wie bei glatten Rohren angebracht. (Siehe §. 50.)

Bei der Konstruktion neuerer glatter Rohre wurden, wie dort gesagt, die Verstäbungen meistens schon ganz weggelassen und sind an den gezogenen Rohren in der Regel nicht mehr zu finden, denn sie hindern gewöhnlich das freie Ausschwingen des Metalles nach dem Schusse, tragen demnach sehr wenig oder gar nicht zur Festigkeit bei, erschweren und verzögern jedoch das Erzeugen der Rohre unnützer Weise.

Was den Kopf des Rohres betrifft, so ist man überall dort, wo es die Festigkeit des Rohrmetalles gestattet, und wo heftige Geschossanschläge nächst der Mündung nicht zu besorgen sind, von einer Verstärkung des Metalles nächst der letzteren abgegangen, oder hat dieselbe wenigstens auf ein sehr geringes Mass beschränkt.

§. 130. Das Zündloch. — In Bezug auf die Lage und den Durchmesser des Zündloches, welches hier zu gleichem Zwecke wie beim glatten Rohre vorkommt, gilt im Allgemeinen das in den §§. 51 und 52 Gesagte. — Bei Hinterladungsrohren wird vielfach die senkrechte Stellung der Zündloch- gegen die Rohrachse der schiefen vorgezogen.

Bei den Armstrong-Kanonen mündet das senkrecht gestellte, im Verschlussstücke angebrachte Zündloch in der Mitte der Seelenbodenfläche; bei den Whitworth-Rohren geht das Zündloch von rückwärts längs der Rohrachse durch den Verschlusskolben, welcher den beweglichen Seelenboden bildet.

Auch bei gezogenen Rohren werden aus gleichen Ursachen wie bei glatten Rohren kupferne Zündlochkerne angewendet; doch kommen bei Hinterladungsrohren, welche senkrecht auf die Rohrachse gestellte Zündlöcher haben, auch kurze, etwas konisch geformte Stollen mit glatter Mantelfläche, welche man von der Bohrung aus in das etwas engere Stollenlager einpresst, in Anwendung.

Bei den österr. gezogenen Rohren hat das Zündloch 3''' im Durchmesser und ist gegen die Rohrachse wie folgt geneigt, u. z.:

bei den 3pfd. Gebirgs-Kanonen	83 Grad,
„ „ 4- und 8pfd. Feld-Kanonen	83 „
„ „ 6- „ 12 „ „ „	81 $^1/_2$ und 81 $^1/_4$ Grad,
„ „ 6-, 12- und 24pfd. Batterie-Kanonen	90 Grad.

Die meisten Hinterladungs-Rohre der ersten Erzeugung besitzen statt der Zündlochkerne blos ein Zündlochfutter oder einen Zündlochstollen.

Der Stollen (*s*, Fig. 133, §. 126) ist ein kupferner Cylinder von entsprechenden Dimensionen, welcher in eine nach seinen Abmessungen an der Bohrungswand hergestellte Erweiterung des Zündloches, von der Bohrung aus eingepresst, abgerieben und in der Weite des Zündloches durchbohrt wird. Der für Rohre im neuen Zustande in Anwendung kommende Stollen hat 9''' zum Durchmesser und eben so viel zur Höhe.

§. 131. Die Schildzapfen und Angussscheiben. Die Schildzapfen und Angussscheiben sind, wie von selbst einleuchtend, beim gezogenen Rohre zu demselben Zwecke und in gleicher Weise wie bei glatten Rohren angebracht. Für den Ort, wo die Schildzapfen am Rohre anzubringen sind, die Lage der Schildzapfen- gegen die Rohrachse und die Abmessungen der Schildzapfen sind die in den §§. 56—61 entwickelten Grundsätze massgebend. Die rechte Angussscheibe gezogener Rohre ist meist zur Aufnahme des Mittelvisirs an ihrem obersten Punkte eingesenkt oder ausgehöhlt. Die auf die Schildzapfen und Angussscheiben der österr. gezogenen Rohre bezugnehmenden Abmessungen finden sich in den Tafeln 3 und 4, §. 127.

§. 132. Die Henkel und die Traube. — Auch hier gilt im Allgemeinen das beim glatten Rohre in den §§. 66 und 67 Gesagte. Bei gezogenen Rohren dürfte es vielleicht eintreten, dass die Henkel beim Richten mit Aufsatz wegen der Seitenverschiebung desselben ein Hinderniss abgeben. In diesem Falle müssten sie, wenn durch eine geringe Stellungsänderung oder grössere Auseinanderrückung nicht abgeholfen werden könnte, weggelassen und bei der Handhabung und dem Transporte des Rohres durch eine eigene Vorrichtung, z. B. durch ein Kettenband mit Ring, ersetzt werden, welches man im Bedarfsfalle um den Rohrtheil anlegt, wo sonst die Henkel zu stehen gekommen wären.

Gewöhnlich mangeln die Henkel bei gezogenen Rohren, und zwar besonders bei schmiedeisernen und gussstählernen Rohren, wo sie wegen der Schwierigkeit der Erzeugung weggelassen werden.

Die österr. gezogenen Rohre (mit Ausnahme der La Hitté-Rohre) haben keine Henkel, und die Hinterladungsrohre selbstverständlich auch keine Traube.

4. Sonstige Eigenschaften des Rohres.

a. Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Wirkung.

Allgemeine Bemerkungen.

§. 133. Die Konstruktion und Einrichtung des Rohres hängt wesentlich von der Leistung oder Wirkung ab, welche man von demselben fordert. Hiebei ist vorangehend die Beschaffenheit der zu zerstörenden Objekte, ihre Entfernung und die Art sie zu bekämpfen zu berücksichtigen.

Nach der Gattung des Krieges sind nicht nur die feindlichen Streitmittel, welche zerstört, oder die Objekte, welche bekämpft werden sollen, sondern auch die Art dieser Bekämpfung wesentlich verschieden, was ebenfalls auf die Konstruktion des Geschützrohres von Einfluss sein muss.

Im Feldkriege, in welchem vorzüglich das Feldgeschütz verwendet wird, sollen durch dieses Truppen ausser Gefecht gesetzt, Laffeten und Wägen beschädigt, auch Holzbauten zerstört, schwache Mauern nieder-

gestürzt, und sonstige vorkommende Hindernisse beseitigt werden. Das Geschütz muss die gewöhnlichen Bewegungshindernisse mit Leichtigkeit überwinden und den Truppen nicht nur in allen Bewegungen folgen, sondern denselben in den meisten Fällen auch vorauseilen können. Es muss daher die grösstmögliche Beweglichkeit bei noch genügender Wirkung besitzen, und demzufolge sehr leicht sein.

Alle diese Forderungen suchte man bisher meist durch den glatten 6-Pfünder und die 7pfd. Haubitze zu erfüllen. Da die 6pfd. Geschütze vorzüglich den durch die gezogenen Handfeuerwaffen gesteigerten Anforderungen der Neuzeit, besonders wegen des Mangels eines wirksamen Hohlgeschossfeuers und wegen der geringen Portée, nicht mehr entsprachen, so versuchte man sie durch die 12pfd. Feldkanone und die 12pfd. Haubitzkanone zu ersetzen, welche man möglichst leicht und beweglich einrichtete.

Das österr. 6pfd. und leichte 12pfd. Kanonenrohr hatte 3·59 und 4·49″ Bohrungsdurchmesser, wog ungefähr 7 und 10 Ctr. und schoss Vollkugeln, Shrapnels und Büchsenkartätschen, deren Gewicht ungefähr 5 und 10 Pfd. betrug.

Aus diesen Daten entnimmt man, dass bis zur Einführung der gezogenen Rohre die Grösse der gebräuchlichsten Bohrungskaliber $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$″, das Rohrgewicht 6 bis 10 Ctr. und das Geschossgewicht 5 bis 10 Pfd. betrug.

Die Spitzhohlgeschosse gezogener Rohre haben vermöge ihrer Konstruktion im Allgemeinen bei gleichem Durchmesser ungefähr ein doppelt so grosses Gewicht als eine Vollkugel. Genügte bei den glatten Rohren eine Geschossmasse von 5 bis 10 Pfd., um alle im Felde vorkommenden Streitmittel und Objekte zu zerstören, so muss dieselbe Geschossmasse bei gezogenen Rohren für den genannten Zweck ebenfalls ausreichen; hieraus folgt, dass der Kaliber, also auch das Gewicht dieser Rohre ohne Einbusse an Wirkung vermindert werden könne. Im Allgemeinen entsprechen aber Spitzgeschosse im Gewichte von $5-6\frac{1}{2}-10\frac{1}{2}$ und $11\frac{3}{4}$ Pfd. einem Bohrungsdurchmesser von $2\frac{3}{4}$—3—$3\frac{2}{3}$ und $3\frac{5}{6}$ Zoll, d. i. dem 3-, 4-, 6- und 8pfd. Eisenkaliber. Die 3-, 4-, 6- und 8pfd. gezogenen Rohre werden daher nach dem Gesagten auch allen Forderungen des Feldkrieges zu entsprechen vermögen.

Das gezog. 3pfd. Geschützrohr dürfte sich wegen seiner Leichtigkeit besonders als Gebirgsgeschütz eignen; gegen die Verwendung dieses Rohres als Feldgeschütz spricht die geringe Shrapnel- und Büchsenkartätschenwirkung, welche von demselben zu erwarten steht.

Das 4pfd. gezog. Geschützrohr wird jetzt fast allgemein als Feldgeschütz eingerichtet. Es besitzt zu diesem Zwecke nicht nur eine entsprechende Geschosswirkung, sondern auch die nöthige Beweglichkeit. (Das Gewicht der Geschosse, ungefähr 7-Pfdr., gestattet auch einen noch genügenden Munitionsvorrath im Felde mitzuführen.) Die Geschützrohre dieses Kalibers übertreffen in der Beweglichkeit, der Portée und der Wirkung die bisher allgemein als Feldgeschütz gebräuchlichen 6- und 12pfd. glatten Kanonen und 7pfd. Haubitzen.

Die 6- und 8pfd. gezog. Rohre, deren Geschosse ungefähr 10 bis 12 Pfd. wiegen, haben als Feldgeschütz gerade noch die nöthige Beweglichkeit. Diese Geschütze eignen sich vermöge der grossen Wirkung ihrer Geschosse vorzüglich für jene Aufgaben des Feldkrieges, wo eine geringere Beweglichkeit, jedoch erhöhte Wirkung gefordert wird.

Obwohl die genannten Geschützrohre den hohen Bogenwurf wie die glatten Haubitzen gestatten, und gewissermassen die letzteren ersetzen, so dürfte es doch zweckmässig sein, für gewisse Fälle im Feldkriege eigene gezogene Wurfgeschütze mitzuführen, welche nicht nur durch grosse Portée und Treffwahrscheinlichkeit, sondern hauptsächlich auch durch die Grösse und den Effekt ihrer Geschosse wirken würden. Da die Ladungen für das Werfen der Geschosse nur ungefähr $^1/_{25}$ bis $^1/_{40}$ des Geschossgewichtes betragen würden, so können derlei Rohre bedeutend kürzer und leichter als die gezogenen Kanonen von gleichem Geschosskaliber gemacht werden. Da auch bei diesen Ladungen der Rückstoss verhältnissmässig abnimmt, so dürften derlei Geschütze noch genügende Beweglichkeit im Felde zeigen. Es würden dies dann thatsächlich gezogene Haubitzen sein. Wegen der grossen Bohrung dieser Geschütze würden aber auch die Geschosse sehr schwer, und der mitzuführende Munitionsvorrath sehr beschränkt sein, selbst wenn man, was hier zu empfehlen wäre, die Geschosse nur $1^1/_2$ Kaliber lang machen würde. (Solche Haubitzen könnten beispielsweise die Feldmörser mit Vortheil ersetzen.) Der 7pfd. Stein- oder 24pfd. Eisenkaliber dürfte für gezog. Feld-Haubitzen vielleicht entsprechen.

Unter allen europäischen Artillerien hat die französische in Bezug auf die Konstruktion eines gezogenen Wurfgeschützes das Meiste versucht, scheint aber zu einem ganz befriedigenden, mit einer Definitiv-Massregel verbundenen Resultate bisher nicht gelangt zu sein, obwohl in französischen Schriften eine gezogene Küstenhaubitze mit dem Bohrungsdurchmesser von 22 Centimeter als im Gebrauche stehend angegeben wird. Ausgedehnte Versuche geschahen mit einem alten 24pfd. bronz. Kanonenrohre, welches auf den Kaliber von 50 Pfd. nachgebohrt, dann gezogen, für verschiedene Pulverladungen von 14 Loth angefangen bis 4 Pfd. unter Gebrauch eines bei 95 Pfd. wiegenden Langgeschosses erprobt und hiebei allmälig so weit abgeschnitten wurde, bis die Länge der Bohrung blos 1 Mètre betrug. Die Züge mit der Dralllänge von 3 Mètres und die Geschosse haben eine ähnliche Konstruktion wie bei den gezogenen Feldgeschützen. Auch ein gusseisernes mittelst Stahlringen verstärktes gezogenes Mörserrohr wurde experimentirt, dann 12- und 24pfd. gezogene Kanonen auf ihre Tauglichkeit für den Gebrauch kleiner Pulverladungen und grosser Elevationen geprüft. Die mit den letztgenannten Geschützen erzielten Resultate zeigten sich bezüglich der Treffsicherheit auf Distanzen bis 2400 Schritte bedeutend besser als jene, welche glatte Haubitzen unter ähnlichen Umständen geben.

Mit der 4pfd. gezog. Feld- und der 4pfd. gez. Gebirgs-Kanone scheint das Werfen bis jetzt nicht vorgenommen worden zu sein; auch sind diese Geschütze in ihrer Munitions-Ausrüstung mit Wurfpatronen nicht versehen. In England ist eine gezogene 7zöllige Haubitze (leichter 100 Pfdr.) für den Festungs-, Küsten- und Schiffsgebrauch eingeführt; dieselbe hat 7″ Bohrungsdurchmesser, 266″ Drall- und 100″ Rohrlänge, 9 (4, 3 und 2) Pfd. Ladung, 103 Pfd. Geschoss- und und 53 Ctr. Rohrgewicht.

Das Batteriegeschütz hat die Bestimmung, bei dem Angriffe und der Vertheidigung von Befestigungen, feindliche Streitmittel aller Art, namentlich aber solide Deckungen von verschiedenem Materiale, und Mauern von bedeutender Dicke zu zerstören. Die Geschütze bleiben hiebei gewöhnlich an dem gewählten Aufstellungsorte, hinter Deckungen, so lange stehen, bis sie ihre Aufgabe erfüllt haben, oder doch so lange, als

sie noch mit Erfolg wirken können. Man hat gewöhnlich hinlänglich Zeit, die Geschütze an Ort und Stelle zu schaffen. Es muss sich demnach die Beweglichkeit der Wirkung unterordnen, und man wird von denselben die grösstmögliche Wirkung mit der noch nöthigen Beweglichkeit fordern.

Der Widerstand der Streitmittel und der Deckungen u. dgl. m., macht es nöthig, Geschosse von grossen Massen, und wenn möglich mit grosser Geschwindigkeit anzuwenden. Es werden demnach beim Batteriegeschütze nicht nur grössere, sondern wegen der Mannigfaltigkeit der zu erreichenden Zwecke und der zu zerstörenden Objekte, auch entsprechend verschiedene Kaliber der Rohre im Vergleiche zum Feldgeschütz vorhanden sein müssen.

Diesen Anforderungen hat man im Allgemeinen den 12- bis 48pfd. Kanonen-, den 7- bis 30pfd. Haubitz- und den 7- bis 60pfd. Mörserkaliber als entsprechend angenommen. Den oben angegebenen Kanonen, zum Theile auch den Haubitzen entsprechen im Geschossgewichte und in der Wirkung nahezu die 6-, 12- und 24pfd. Kanonen mit gezogener Bohrung und dürften sie grösstentheils mit Vortheil ersetzen.

Für das Breschschiessen in dicke Mauern dürften $1\frac{1}{2}$ Kaliber lange Vollgeschosse oder Hohlgeschosse mit starken Wänden, welche erst nach einem genügenden Eindringen bersten, eine günstige Wirkung versprechen.

Gezogene Haubitzen (etwa vom 7-, 10-, 20- und 30pfd. Steinkaliber) dürften bei Belagerungen und Vertheidigungen von Befestigungen sehr erspriessliche Dienste leisten, und die glatten Mörser und Haubitzen meist mit grossem Vortheil ersetzen.

Gezogene Mörser könnten etwa in jenen Fällen von Nutzen sein, wenn es sich darum handelt, stark gewölbte Räume durch die Fallkraft schwerer Geschosse zu durchschlagen und zu zerstören.

Die Küsten- und die Schiffgeschütze sollen die grösstmögliche Portée und Treffwahrscheinlichkeit, ihre Geschosse aber eine sehr grosse Perkussionskraft und Sprengwirkung haben. Diesen Bedingungen entsprechen naturgemäss nur Geschütze des grössten Kalibers. Die Grösse des letzteren kann nur dann eine Einschränkung erfahren, wenn die Bedienung und Handhabung des Geschützes zu viel Zeit und Kraft in Anspruch nehmen würde. Es ist klar, dass Rohre von kleinerem Kaliber keine solchen Zerstörungen in Schiffswänden hervorzubringen im Stande sind, als jene von grossem Kaliber, und die von kleinen Geschützen verursachten geringen Beschädigungen sich bald wieder ausbessern lassen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass oft 10 Geschütze von kleinem Kaliber selbst durch unausgesetzte, vereinte Thätigkeit nicht im Stande waren, die Wirkung eines einzigen Rohres von grossem Kaliber zu ersetzen. Man verlangt daher in neuester Zeit allgemein, dass die Rohre für den Küsten- und Schiffsgebrauch einen Kaliber von 8 bis 12 Zoll Durchmesser haben sollen. Um die stählernen Panzerplatten zu durchschlagen, dürften sich jedoch Rohre von mittelgrossem Kaliber (10″ Durchmesser) besser, als jene von sehr grossem Kaliber eignen, denn zu diesem Zwecke muss das Geschoss eine genügend feste und grosse Masse, eine sehr grosse Geschwindigkeit, hingegen nur eine kleine Widerstands- oder Querschnittsfläche haben.

Man wird daher volle oder auch starkwandige hohle Langgeschosse von sehr zähem Eisen, oder von Gussstahl anwenden, die bei einer

hinlänglichen Querschnittsfläche eine ziemlich grosse Länge haben, an der Spitze keil- oder kegelförmig, oder wie Einige als vortheilhafter erachten, etwas abgeplattet sind und mit den grösstmöglichen Ladungen abgeschossen werden.

Hiebei soll die Rotationsgeschwindigkeit klein, daher der Drall des Rohres von grosser Länge sein, nicht nur weil eine geringe Länge desselben die Ladung beschränkt, sondern weil eine grosse Rotationsgeschwindigkeit das Eindringen und die Wirkung des Geschosses beeinträchtigt.

Welchen Einfluss die Geschwindigkeit des Geschosses beziehungsweise die Ladung auf den Effekt des Stosses ausübt, ist schon berührt worden, und wird in der Folge noch eingehend besprochen werden. Die Geschwindigkeit potenzirt nämlich den Effekt im quadratischen Verhältnisse, während die Geschossmasse denselben nur im einfachen Verhältnisse erhöht.

Um daher eine schmiedeiserne oder gussstählerne Panzerplatte zu durchschlagen, wird man Geschosse von entsprechender Masse mit der grösstmöglichen Geschwindigkeit abschiessen. (Diese Forderung führt auf die Idee, Langgeschosse aus glatten Rohren zu schiessen.)

Den vorangegangenen Betrachtungen ist zu entnehmen, dass die Pulverladung und das Geschoss von dem hervorragendsten Einflusse auf die Wirkung des Geschützrohres sind, und dass demnach die Einrichtung und Konstruktion des letzteren ganz wesentlich von diesen beiden Elementen abhängt; in Rücksicht dessen, wollen wir die Beziehungen zwischen der Einrichtung und Konstruktion des Rohres, der Pulverladung und dem Geschosse in den nächstfolgenden Paragraphen näher in's Auge fassen.

Einfluss der Ladung und des Geschosses auf die Einrichtung und Konstruktion der Rohre, mit besonderer Rücksicht auf ihre Wirkung.

Beim glatten Rohre.

§. 134. Einfluss der Ladung. — Die Grösse der Pulverladung ist das einflussreichste Element bei der Konstruktion der Geschützrohre. Die Ladung ist die bewegende Kraft für das Geschoss, und das Rohr nur das Mittel, um diese Kraft am zweckmässigsten auszunützen und dem Geschosse die geeignetste Richtung während seiner Bewegung anzuweisen. Ist einmal der Kaliber des Rohres gewählt, die Konstruktion des Bohrungsquerschnittes und der Drall der Züge festgesetzt, so hängt die Gestalt des Ladungsraumes, die Länge und die Metallstärke, kurz die äussere Form des Rohres, hauptsächlich von der Grösse und Wirkung der Ladung ab, wie dies aus den vorhergehenden Paragraphen zur Genüge hervorgeht.

Wenn man die Fortschritte im Geschützwesen im Laufe der Zeit aufmerksam verfolgt, so zeigt sich, dass man bestrebt war die Ladungen im Verhältnisse des Geschossgewichtes immer mehr und mehr zu vermindern. Anfangs schoss man mit kugelschwerer, und als man später das Pulver körnte, mit $^1/_2$ kugelschwerer Ladung. Mit der Vervollkommnung in der Pulvererzeugung nahm das Verhältniss der Ladung zum Kugelgewichte immer mehr und mehr ab, und beträgt gegenwärtig selbst bei glatten Kanonen nur $^1/_3$ oft auch nur $^1/_4$ von dem Gewichte der dem Rohre entsprechenden Vollkugel.

Um die Wirkung des Geschützrohres oder den Effekt der Schüsse

zu erhöhen, kann man entweder bei gleichbleibender Pulverladung das Gewicht des Geschosses vermehren, oder bei gleichbleibendem oder auch vermindertem Gewichte desselben die Pulverladung grösser machen. Im ersten Falle wird die Geschwindigkeit des Geschosses abnehmen, im zweiten Falle gesteigert werden.

Eine grosse Geschwindigkeit bedingt im Allgemeinen eine verhältnissmässig grosse Ladung; doch lässt sich die Geschwindigkeit der Geschosse selbst bei fortgesetzter Vermehrung der Ladung nur bis zu einer gewissen Grenze steigern, welche hauptsächlich von der Länge der Bohrung und von dem Widerstande der Luft abhängt. Eine grosse Ladung vermehrt den Rückstoss des Geschützes und die schädlichen Einwirkungen auf das Rohr und die Laffete; sie macht übrigens auch grosse Metallstärken nöthig, und vermehrt somit das Gewicht des Rohres. Es bleibt daher im Allgemeinen stets vortheilhafter, bei einer bestimmten Ladung das Geschossgewicht zu vermehren, oder bei einem gegebenen Geschosse die Ladung zu vermindern.

Bis zu einer gewissen Grösse der Ladung verhalten sich bei Rohren von gleicher Konstruktion die Geschwindigkeiten der Geschosse von ähnlicher Form und Einrichtung wie die Quadratwurzeln aus den Ladungen. Die Giltigkeit dieses Satzes erstreckt sich bis zur $1/3$ kugelschweren, bei langen Rohren sogar bis zur $1/2$ kugelschweren Ladung. Bei einer Vermehrung über diese Grenze hinaus wächst die Geschwindigkeit des Geschosses nur unbedeutend, und die Erfahrung lehrt, dass selbst bedeutende Unterschiede in den Ladungen nur geringe Verschiedenheiten in den Geschwindigkeiten, mit welchen die Geschosse die Bohrung verlassen, bewirken, wenn die Ladung in einem Rohre einmal eine bestimmte Grenze überschritten hat.

Ist P das Gewicht des Geschosses, V dessen Anfangsgeschwindigkeit und p das Gewicht der Pulverladung, so hat man innerhalb der erwähnten Grenze

$$V : V_{,} = \sqrt{p} : \sqrt{p_{,}} \text{ oder } V = V_{,} \sqrt{\frac{p}{p_{,}}}.$$

Da der Effekt E des Geschosses durch $P V^2$ vorgestellt werden kann, so hat man mit Rücksicht auf die eben aufgestellte Gleichung:

$$E = P V^2 = P V_{,}^2 . \frac{p}{p_{,}}.$$

Aus dieser Gleichung ist allerdings zu entnehmen, dass der Effekt des Geschosses im geraden Verhältnisse mit der Ladung zunimmt; allein dieses Ergebniss wird durch den Luftwiderstand, welchen das Geschoss während des Fluges erfährt, bedeutend modificirt; denn dieser Widerstand wächst ungefähr wie das Quadrat der Geschossgeschwindigkeit und muss von diesem Effekte des Geschosses abgezogen werden, um den wahren, oder den sogenannten Nutzeffekt desselben zu erhalten.

Aus dieser Auseinandersetzung geht hervor, dass man den Nutzeffekt der Ladung bei einem gegebenen Pulverquantum erhöht, wenn man die Masse oder das Gewicht des Geschosses vermehrt.

§. 135. Wir sagten im Früheren, dass es für eine jede Bohrungslänge eine Pulverladung gebe, bei welcher die Kugel bei ihrem Anlangen an der Mündung noch den letzten beschleunigenden Impuls vom

Pulvergase erhält. Eine solche Ladung wird die genau proportionirte genannt, und diese ist es, welche der Kugel die grösste Anfangsgeschwindigkeit, mithin auch die grösste Schussweite ertheilt. Die Beziehungen der angemessensten Ladung eines Rohres zu seiner Bohrungslänge und Metallstärke wurden in den §§. 24 und 33—40 besprochen. Mit Bezug auf die Bohrungslänge gilt auch hier insbesondere der Satz: dass, wenn die gewählte Ladung schon ziemlich die genau proportionirte erreicht hat, eine Verstärkung derselben wenig mehr zur Vergrösserung der Schussweite beiträgt. So wenig man im Stande ist, auf theoretischem Wege für eine gegebene Ladung die angemessene Bohrungslänge zu bestimmen, eben so wenig vermag man auch die umgekehrte Aufgabe zu lösen. Uebrigens tritt auch hier der Umstand ein, dass, wenn die Ladung für eine gegebene Bohrungslänge in Absicht der grössten Schussweite bestimmt werden sollte, selbe so gross ausfallen würde, dass sie für die gewöhnlichen Metallstärken und Laffeten nicht wohl mehr anwendbar wäre. Man wird daher die zweckmässigen Ladungen nach anderen Gründen bestimmen, und zu diesem Behufe die Bohrungslänge und Metallstärke des Rohres, die Stärke der Laffete, die Beschaffenheit des Projektils und den zu erreichenden Zweck in Betrachtung ziehen müssen. Dass hiebei im Allgemeinen die dem Geschosse zu ertheilende möglichst grosse Anfangsgeschwindigkeit der erste Faktor der Bestimmung bleibt, ist gewiss.

Durch die Anwendung allongirter oder verlängerter Patronen ist, ohne Schmälerung der Wirkung, eine Herabsetzung der Pulverladung möglich; indem durch diese Patronen der Spielraum in der Seele des Rohres vergrössert und der Pulverladung bei dem vorhandenen leeren Raume im Patronenlager die Gelegenheit gegeben ist, vollständiger zur Verbrennung zu gelangen.

Die Grösse des leeren Raumes muss jedoch dann seine Grenze finden, sobald sie sich für die gänzliche Verbrennung des Pulvers ausreichend zeigt. Bei kleineren Ladungen (etwa bis zu 3 Pfd.) ist dieser Umstand weniger zu beachten als bei grossen, wie selbe bei Batteriekanonen in Anwendung kommen.

Bei den österr. Batteriekanonen des Systems 1859 kommen auch allongirte Patronen vor, deren Durchmesser $^{17}/_{20}$ des Bohrungsdurchmessers beträgt, während die gewöhnlichen Patronen dieses Systems die Bohrung nahezu ganz ausfüllen.

Die in neuerer Zeit in Frankreich und Belgien gemachten Erfahrungen,*) dass eiserne Rohre allongirten Patronen länger widerstehen, gab nämlich die Veranlassung, bei den Versuchen des k. k. Artillerie-Komité's mit den Batteriekanonen vom J. 1859 verlängerte Patronen in Anwendung zu bringen.

*) Piobert und Frederix haben aus Versuchen nachgewiesen, dass eine Herabsetzung der Pulverladung unbeschadet der Wirkung eintreten könne, wenn der Durchmesser der Patrone um etwas vermindert würde, und dass die zerstörenden Gase der Geschützladungen minder schädlich auf die Rohre einwirken, wenn diese Ladungen in verlängerte Patronen gebracht werden.

Oberst Frederix theilt die Resultate eines in Belgien mit 2 eisernen 6-Pfdr.-Rohren angestellten Versuchs mit, die nach 6000 Schuss mit verlängerten Patronen eine Bohrungserweiterung von nur 0·002 Zoll erlitten, während ein 3. Sechspfünder, geladen mit gewöhnlichen ausfüllenden Patronen, nach 1983 Schuss sprang.

Dem Versuchsprogramm zu Folge kamen zur Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeiten, ausser den gewöhnlichen ausfüllenden Patronen mit 0·04″ Spielraum, auch verlängerte Patronen zu versuchen, welche $^{19}/_{20}$, $^{18}/_{20}$, $^{17}/_{20}$ und $^{16}/_{20}$ der Seelenweite zum Durchmesser hatten.

Die Endresultate dieser Versuche führten zur Einführung der erwähnten allongirter Patronen von $^{17}/_{20}$ Bohrungsdurchmesser. Es lag der Einführung der verlängerten Patronen übrigens nicht die Absicht zu Grunde, damit grössere Anfangsgeschwindigkeiten zu erzielen, sondern vielmehr jene, den eisernen Rohren, ohne Einbusse ihrer Kraftäusserung, eine grössere Dauerhaftigkeit zu sichern.

Die in Anwendung kommenden Ladungen, beim Feldgeschütz $^1/_4$ bis $^3/_{10}$, beim Batteriegeschütz $^1/_3$ bis $^2/_5$ des Kugelgewichts, geben bei den festgesetzten Bohrungslängen der Kugel die nachstehenden Anfangsgeschwindigkeiten.

Kanone	Gewicht der Ladung		Gewicht der Kugel		Anfangsgeschwindigkeit in Fuss	Lebendige Kraft in Fuss-Pfunden
	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.		
6pf. bronz. gewöhn. Feld- . . .	1	16	4	30	1389	152789
12 „ „ leichte „ . . .	2	16	9	29	1354	290672
12 „ „ schwere „ . . .	2	16	9	30	1383	304552
18 „ „ Positions- „ . . .	4	16	14	24	1432	483947
12 „ „ Belagerungs- . . .	4	—	9	30	1713	466682
18 „ „ „ . . .	5	16	14	24	1577	586915
24 „ „ „ . . .	7	—	19	22	1559	765905
6 „ eis. Vertheidigngs.- . . .	2	—	4	30	1580	197315
12 „ „ „ . . .	4	—	9	25	1828	522729
18 „ „ „ . . .	5	16	14	24	1561	575297
36 „ „ Marine- . . .	4	16	20	10	1410	646053
12 „ „ leichte Batterie- . . .	3	16	9	25	1708	456493
24 „ „ kurze „ . . .	5	—	19	22	1523	731324
24 „ „ lange „ . . .	7	—	19	22	1645	852944
48 „ „ Küsten- . . .	13	—	39	5	1436	1291930

Die vorstehend angegebenen Anfangsgeschwindigkeiten wurden mit Benützung des Navez'schen elektrobalistischen Apparats bestimmt.

Dieser vom belgischen Artillerie-Kapitän Navez zu Anfang des verflossenen Decenniums erfundene Apparat übertrifft weit alle bisher bekannten Instrumente dieser Art, sowohl in Betreff der Verlässlichkeit der damit erhaltenen Resultate, als in der Einfachheit seines Gebrauches, und wird der Artillerie viele nützliche bisher noch unerhellte Aufschlüsse ermöglichen. So erhält man z. B. mit zwei Exemplaren dieses Apparates, für ein und dieselbe Flugbahn, zur selben Zeit und bei den gleichen atmosphärischen Einflüssen, die Geschwindigkeiten an zwei verschiedenen Punkten; man kann daher sehr einfach bei jedem einzelnen Schusse den Widerstand der Luft finden. Mit dem balistischen Pendel müsste man den Recepteur und sein Gerüste auf zwei verschiedene Entfernungen von dem Geschütze bringen und würde daher die bezüglichen Geschwindigkeiten nicht gleichzeitig erhalten.

Man könnte daher für jede zu beobachtende Geschwindigkeit niemals anders als nach Mittelresultaten operiren, wodurch die Arbeit, abgesehen von der mindern Verlässlichkeit, nahezu unausführbar wird. Welchen Zeitaufwand hat es Lombard nicht gekostet, seine Erfahrungen über den Einfluss des Spielraumes auf die Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse zu sammeln, und wie viel Mühe muss es der französischen Artillerie gemacht haben, mit Hilfe des balistischen Pendels die Abnahme der Geschwindigkeit von 100 zu 100 Mètres für alle Kaliber zu bestimmen? während mit zwei Exemplaren des Navez'schen Apparates die experimentale Aufsuchung der Gesetze des Luftwiderstandes zur Ermittlung der Flugbahnen nicht nur leicht möglich ist, sondern auch zu Metz und Hâvre seit dem Jahre 1856 schon thatsächlich ausgeführt wird.

Für die Artillerie-Wissenschaft, welche bis nun gezwungen war, Annahmen in ihre Kalküls aufzunehmen, deren apodiktische Richtigkeit nicht nachgewiesen werden konnte, ist durch diese Erfindung ein neues Mittel zur Begründung derselben geboten; nicht minder dürften damit die Versuche über die Bestimmungen der Portéen neuer Geschütze bedeutend abgekürzt werden können, da man die Flugbahnen und Schussweiten nur für einige Elevationen zu bestimmen nöthig haben wird, indem jene für dazwischen liegende Erhöhungswinkel aus den allgemein aufgestellten Gesetzen sich werden mit aller Verlässlichkeit ableiten lassen.

Das k. k. Artillerie-Komité beabsichtigt ebenfalls, mit Zuhilfenahme zweier elektro-balistischer Apparate von Navez, nach Zulässigkeit anderweitig dringender Arbeiten, die schwebenden Fragen über die Principien des Schusses praktisch zu lösen.

§. 136. Die Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse ist nicht allein geeignet, um Aufschluss über die Grösse des Luftwiderstandes und andere Elemente balistischer Rechnungen zu erlangen (Siehe — „Flugbahn der Geschosse.“ —), sondern sie ist für die Theorie des Pulvers, wie für die Einrichtung der Geschützrohre und ihrer Ladungen gleich wichtig.

Ohne hier in diese Untersuchungen weiter einzugehen, sollen an dieser Stelle nur diejenigen allgemeinen Erfahrungssätze über die Anfangsgeschwindigkeit angegeben werden, welche dabei zur Anwendung kommen. Man kann nämlich die Abhängigkeit der Anfangsgeschwindigkeit von den sie bedingenden Umständen, von dem Gewichte der Pulverladung und des Geschosses, von den Dimensionen des Rohres u. s. w. durch empirische Formeln, d. h. durch Ausdrücke darstellen, welche so gewählt sind, dass sie den Resultaten zahlreicher Versuche entsprechen, und denen man deshalb eine allgemeinere Giltigkeit zutrauen darf.

So hat der französische Oberst Duchemin in einer Abhandlung (Mémoire sur la vitesse initiale des projectiles, im Mémorial de l'Artillerie) über die Anfangsgeschwindigkeit die Versuche von Robins, Antoni, Arzy, Thompson, Hutton, so wie die von Gregory, Hutton's Nachfolger in Woolwich mit grösseren Kalibern ausgeführten Versuche u. a. m. zur Ableitung von Formeln benutzt, die vielfach angewandt worden sind, wenn gleich man sie nicht immer als zutreffend anerkennen kann. Die 4 in dem folgenden §. enthaltenen Sätze sind, so weit nichts anderes bemerkt ist, dieser Abhandlung entnommen.

Bei der Mannigfaltigkeit der Einwirkungen, welche die Grösse der

Anfangsgeschwindigkeit bestimmen, ist in voraus zu erwarten, dass man bei dem Gebrauche derartiger Erfahrungssätze nur angenähert richtige Angaben erhalten wird, die indess für viele Vergleichungen ausreichen.

Bei solchen Vergleichungen wird dann vorausgesetzt, dass das Pulver dasselbe oder wenigstens in seiner Kraftäusserung nicht sehr verschieden ist, und dass auch in der Art dasselbe zu laden keine erheblichen Unterschiede stattfinden.

Geringe Unterschiede im Spielraume ändern die Anfangsgeschwindigkeiten merklich.

Oberst Duchemin findet, dass der Geschwindigkeitsverlust, welcher durch den Spielraum und das Zündloch entsteht

$$V = u\left[\left(\frac{s}{3 \cdot 5\, c}\right)^{1/2} + \left(\frac{b}{0 \cdot 182857}\right)^{1/2}\right]$$

ist, worin u die Anfangsgeschwindigkeit, welche das Geschoss haben würde, wenn ein solcher Verlust gar nicht stattfände, s den Durchmesser des Zündlochs, c den der Seele, in denselben Einheiten wie s ausgedrückt, und b den Spielraum in Metern bedeutet.

In jedem Rohre wächst die Anfangsgeschwindigkeit bis zu einer gewissen Grenze mit der Ladung, über welche hinaus eine Vermehrung der letzteren eine Abnahme der Anfangsgeschwindigkeit zur Folge hat. Jene Ladung der grössten Anfangsgeschwindigkeit hängt von dem Kaliber und der Länge des Rohres und von dem Gewichte des Geschosses ab. Sie überschreitet ihrem Gewichte nach dasjenige des Geschosses nur selten, erreicht letzteres vielmehr bei den gewöhnlichen Feldkanonen nicht und kann nur bei den langen Rohren älterer Festungsgeschütze etwas grösser werden. Für die Wurfgeschütze hat die Ladung der grössten Anfangsgeschwindigkeit, die grösser ist als die Ladung, welche die Kammer füllt, keine praktische Bedeutung.

Von der Beziehung zwischen der Ladung und der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse innerhalb bestimmter Grenzen gibt die nachfolgende Zusammenstellung ein Beispiel.

Bei einer 42pfd. eis. Küstenkanone, welche durch das k. k. Artillerie-Komité einem Versuche unterzogen wurde, betrug bei einem Kugelgewichte von 34 Pfd. 12 $^1/_3$ Loth

mit einer Ladung	die Anfangsgeschwindkeit	die lebendige Kraft.
von 7 Pfd.	1263 Fuss . . — . .	877609 Fusspfd.
„ 8 „	1327 „ . . — . .	968804 „
„ 9 „	1350 „ . . — . .	1002679 „
„ 10 „	1390 „ . . — . .	1062977 „
„ 11 $^1/_2$ „	1433 „ . . — . .	1129761 „
„ 12 „	1439 „ . . — . .	1139241 „

Bei der gegenwärtig bei uns eingeführten 48pfd. Küstenkanone mit einem Kugelgewichte von 39 Pfd. 3 $^2/_3$ Lth. beträgt

mit einer Ladung	die Anfangsgeschwindkeit	die lebendige Kraft.
von 4 $^1/_4$ Pfd.	905 Fuss . . — . .	512644 Fusspfd.
„ 6 $^1/_2$ „	1056 „ . . — . .	697986 „
„ 8 „	1276 „ . . — . .	1018967 „
„ 10 „	1365 „ . . — . .	1166069 „
„ 13 „	1446 „ . . — . .	1308565 „

Nach Duchemin ist die Hälfte von der Ladung der grössten Anfangsgeschwindigkeit die Grenze für diejenigen Ladungen, welche in dem Augenblicke, wo das Geschoss die Mündung verlässt, vollständig verbrannt sind, und für welche die nachfolgenden 4 Sätze richtig sein sollen. Ueber sie hinaus wird die Zunahme der Anfangsgeschwindigkeit unbedeutend.

§. 137. Für Rohre gleichen Kalibers und für Geschosse von gleicher Grösse und Beschaffenheit bestehen die folgenden Beziehungen zwischen der Anfangsgeschwindigkeit (beziehungsweise Ladung) und dem Rohre oder Geschosse.

1. Die Anfangsgeschwindigkeiten, welche den Geschossen in gleich langen Rohren von verschieden grossen Ladungen ertheilt werden, verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Gewichten der letzteren.

Dieser Satz, den Hutton irrthümlich bis zu halbkugelschweren Ladungen für richtig hält, hat sich für schwächere Ladungen bei allen Kalibern ziemlich anwendbar erwiesen. Bei den Feldkanonen von höchstens 17 Kaliber Bohrungslänge ist er schon bei $1/3$ kugelschwerer Ladung nicht mehr ganz zutreffend, indem bei diesen stärkeren Ladungen eine geringere Zunahme der Anfangsgeschwindigkeiten eintritt. Man darf ihn aber für längere Kanonen (auch ohne sehr zu irren für längere Feldkanonen) bis zu $1/3$ kugelschwerer Ladung und für Haubitzen noch für die gebräuchlichen grossen Ladungen derselben als richtig annehmen.

2. Die Anfangsgeschwindigkeiten, welche den Geschossen in verschieden langen Rohren von derselben Ladung ertheilt werden, verhalten sich wie die vierten Wurzeln aus den Rohrlängen.

Bei den neuesten Versuchen der belgischen und österreichischen Artillerie (1850, 1858) (siehe Archiv für die Offiziere des k. preuss. Artillerie- und Ingenieur-Korps, 30. Bd., und Mittheilungen des k. k. Artillerie-Komité's, Jahrg. 1858) war das Verhältniss der Anfangsgeschwindigkeiten nur das der 8.—6. Wurzeln aus den Rohrlängen.

Bei der Anwendung der vorstehenden beiden Sätze auf die Bestimmung der Rohrlängen und der Ladungen kommt es darauf an zu beurtheilen, welchen Einfluss die Veränderung der Anfangsgeschwindigkeit auf die Flugbahn, insbesondere auf die Schussweite hat. Da eine grössere Anfangsgeschwindigkeit einen grösseren Geschwindigkeitsverlust durch die Luft in erhöhtem Masse zur Folge hat, so kann jener Einfluss vergleichsweise um so weniger bedeutend sein, je grösser die Anfangsgeschwindigkeit und die Elevation ist, und er muss ausserdem von der Grösse und dem Gewichte des Geschosses abhängen. (Hieraus geht das Mangelhafte der Hutton'schen Annahme hervor: dass sich die Schussweiten wie die Quadratwurzeln aus den Anfangsgeschwindigkeiten verhalten.)

3. Die Anfangsgeschwindigkeiten, welche Geschossen von gleichem specifischen Gewichte in ähnlichen Rohren von ähnlichen Ladungen ertheilt werden, stehen im Verhältnisse der 0·3. Potenzen der Seelendurchmesser.

(Aehnliche Rohre sind solche, deren Länge den Durchmesser der Seele und ähnliche Ladungen solche, deren Gewichte den Geschossgewichten proportional sind.)

Die Anfangsgeschwindigkeiten sind hiernach bei ähnlichen Rohren und ähnlichen Ladungen nicht gleich, sondern sie nehmen mit den Kalibern etwas zu, was sich daraus erklärt, dass das Expansivvermögen der Pulvergase stärker als im Verhältnisse der Pulvermengen wächst, und

zwar noch um so mehr, da die Wärmeableitung durch die Wände des Rohres bei den grösseren Ladungen vergleichsweise geringer ist.

4. Die Anfangsgeschwindigkeiten, welche gleich grossen, aber verschieden schweren Geschossen in gleichen Rohren von derselben Ladung ertheilt werden, sollen sich — nach Oberst Duchemin — umgekehrt wie die 4. Wurzeln, — nach Hutton — umgekehrt wie die 2. Wurzeln, — nach Versuchen der belgischen Artillerie (1851—1852) — umgekehrt wie die $^5/_{12}$ Potenzen aus den Geschossgewichten verhalten. Es bedarf deshalb die Abhängigkeit der Anfangsgeschwindigkeiten von dem Gewichte des Geschosses eine weitere Untersuchung, um so mehr, da sie für die Verwendung verschiedener Voll- und Hohlgeschosse bei demselben Rohre besonders wichtig ist.

So viel geht aus diesen Verhältnissen mit Bestimmtheit hervor, dass bei specifisch schwereren Geschossen, obgleich sie eine geringere Anfangsgeschwindigkeit haben, das Produkt aus der Masse des Geschosses in die Anfangsgeschwindigkeit (Bewegungsvermögen, Grösse der Bewegung, mechanisches Moment) grösser ist; und die vorstehenden beiden Sätze lassen daher in Bezug auf die Bewegungsmomente den Vorzug grösserer Kaliber und schwererer Geschosse erkennen, der noch bedeutender erscheint, wenn man den geringeren Geschwindigkeitsverlust beachtet, welchen solche Geschosse in Vergleich zu kleineren und leichteren in der Luft erleiden.

§. 138. Die vorstehenden Sätze gelten zunächst nur für Anfangsgeschwindigkeiten, welche den Geschossen bei horizontaler Seelenachse ertheilt werden, und es frägt sich daher noch, welchen Einfluss die Erhöhung des Rohres auf jene Geschwindigkeiten ausübt.

Der Oberst Duchemin nimmt als erwiesen an, dass unter übrigens gleichen Umständen die Anfangsgeschwindigkeit mit der Elevation grösser werde und findet die Erklärung hierfür darin, dass die entzündete Pulverladung von dem Gewichte k des Geschosses bei einem Elevationswinkel α auch den Theil $k \sin. \alpha$ heben müsse, so dass die Verbrennung des Pulvers weiter fortgeschritten, also eine grössere Gasmenge entwickelt sein werde, wenn die Bewegung des Geschosses beginne. Hiedurch kann, besonders in kurzen Rohren, in denen sich das Geschoss der Wirkung des Gasdruckes überhaupt früher entzieht, die Anfangsgeschwindigkeit vergrössert werden. Diese Vergrösserung kann aber nur eintreten, wenn der Zusatz, welchen man der verzögernden Kraft des Widerstandes ertheilt, überhaupt noch einen grösseren Zusatz an der bewegenden Kraft der Pulverladung zur Folge hat. Jenseits der Grenze, wo beide Zusätze einander gleich sind, muss bei vermehrtem Widerstande die Anfangsgeschwindigkeit abnehmen, und es kann deshalb auch für die grossen Elevationsunterschiede, welche bei den kurzen Rohren vorkommen, die oben genannte Ansicht nicht allgemein richtig sein.

Der niederländische Oberstlieutenant Lionastre hat in seiner Théorie balistique (Gent 1827) aus den Wurfweiten, welche die 58 Kilogr. schweren Bomben bei 1 Kilogr. Ladung unter verschiedenen Elevationen erreichten, berechnet, dass diese Bomben folgende Anfangsgeschwindigkeiten hatten:

Bei	30°	Richtungswinkel	114	Meter,
„	45°	„	115	„
„	60°	„	119	„
„	75°	„	126	„

Einen sichereren Aufschluss über diesen Gegenstand, als die Berechnung der Anfangsgeschwindigkeiten aus den Schussweiten zu geben vermag, kann man bei Benutzung elektro-balistischer Apparate durch unmittelbare Versuche erlangen. Die im vorigen Paragraphe angegebenen, mit grosser Genauigkeit durchgeführten Versuche der belgischen Artillerie in den J. 1851—1852 bezogen sich auf diesen Gegenstand. Man erhielt beim Feld-6-Pfünder, mit 1 Kilogr. Ladung, mit dem elektro-balistischen Apparat von Navez folgende Anfangsgeschwindigkeiten:

Aus 20	Schüssen	bei 0°	Elevationswinkel	486·16	Meter,
„ 20	„	„ 2°	„	485·39	„
„ 20	„	„ 4°	„	485·86	„
„ 15	„	„ 10°	„	485·85	„

Woraus hervorgeht, dass der Unterschied zwischen der Anfangsgeschwindigkeit unter 0 und 10 Grad nur 0·31 Meter (1·109 W. Fuss.) beträgt.

Sehr wahrscheinlich wird der Einfluss der Elevation auf die Anfangsgeschwindigkeit bei Kanonen, wegen ihrer grösseren Länge, auch bei schwächeren Ladungen nicht zu bemerken sein. Bei einer späteren Fortsetzung dieser Versuche soll sich auch bei kürzeren Rohren ein ähnliches Resultat ergeben haben.

(Nach Didion's Traité de Balistique, Seite 317, hat auch bei Versuchen, die 1846 bei Metz stattfanden, die Elevation keinen Einfluss auf die Anfangsgeschwindigkeit gezeigt. — Die den Versuchen des k. k. Artillerie-Komité's in den Jahren 1857 und 1858 entlehnten, und in den Mittheilungen dieses Komité's, Jahrg. 1858 von Oberst Rusterholzer mitgetheilten Daten über die Anfangsgeschwindigkeiten, bestätigen diese Meinung ebenfalls vielfältig.)

Keinesfalls scheint die Abänderung der Anfangsgeschwindigkeit, welche durch die Elevation bewirkt wird, bei den gebräuchlichen Ladungsverhältnissen bedeutend zu sein.

§. 139. Um zwischen den Anfangsgeschwindigkeiten bei Rohren ein und desselben Kalibers Vergleichungen zu ermöglichen, ist es nöthig den Einfluss zu kennen, den unter sonst gleichen Umständen der Spielraum hierauf ausübt.

Bei den Versuchen zu Wien 1857—1858 zur Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeiten bei den einzelnen Geschützkalibern wurde auch mit Lenk'scher Schiesswolle aus einem Feld-6-Pfdr. die Anfangsgeschwindigkeit der Vollkugel mit 10 Lth. Ladung bestimmt. Um den Spielraum zu vermindern, wurden Kugeln im Durchmesser von 3·528″ ausgewählt, von denen jede 5 Pfd. 11$^3/_4$ Lth. wog. Der Spielraum betrug sonach nur 0·062″ und war um 0·094″ kleiner als der bei den Versuchen mit Pulverladungen; das Gewicht der Kugel war um 13$^1/_2$ Loth grösser und das der Schiesswollladung betrug in Theilen des Geschossgewichtes 0·058. Die Schüsse geschahen unter dem Elevationswinkel von 36 Minut. und ergaben aus 5 Schuss eine mittlere Anfangsgeschwindigkeit von 1277·6 Fuss und eine lebendige Kraft von 140170 Fusspfund. Ferner wurde noch ein 6-Pfdr. von Krupp'schem geschmiedeten Gussstahl dem Versuche zur Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit der Vollkugeln mit Schiesswollladungen unterzogen.

Dieses Rohr wog 667 Pfd. (142 Kugeln), hatte eine Bohrungstiefe von 16$^1/_3$ Kaliber = 58·7″, und war somit um 7·2″ in der Seele länger als der Feld-6-Pfdr. Da zu diesem Versuche auch wieder Kugeln von 3·528″ im Durchmesser ausgewählt wurden, welche 5 Pfd. 11$^3/_4$ Lth. wogen, so betrug der Spielraum nur 0·041″. Die Mündung dieses Rohres war etwas aus-

getrichtert und hatte zum grössten Durchmesser 3·6″, während der der cylindrischen Bohrung 3·57″ betrug. Es geschahen 6 Schuss mit 13 Loth, in Theilen des Kugelgewichts 0·076, und ebenso viele Schüsse mit 13 ½ Loth Ladung, d. i. in Geschosstheilen 0·079, und unter der Richtung im Horizont. Hierbei ergab sich, bei der kleineren Ladung, im Mittel die Anfangsgeschwindigkeit zu 1528·7′ und die lebendige Kraft zu 200683 Fusspfund, bei der grösseren zu 1530·1′ und 201051 Fusspfund.

Die im Eingange gemachten Bemerkungen und die von Lombard aus Versuchen geschöpfte Tafel, die wir zu diesem Behufe hier einschalten, geben genügende Anhaltspunkte, um die angeführten Versuchsresultate zu diskutiren, sowie überhaupt den Einfluss des Spielraumes auf die Anfangsgeschwindigkeit zu erkennen.

Nach Lombard ist bei:

dem Spielraum in Wiener Zoll	die Anfangsgeschwindigkeit in Wiener Fuss bei einem 12-Pfdr.	bei einem 8-Pfdr.
0·0000,	1727·5,	1743·3.
0·0873,	1483·9,	1461·7.
0·0949,	1461·7,	1436·6.
0·1014,	1445·9,	1420·6.
0·1100,	1426·9,	1398·4.
0·1176,	1407·9,	1376·3.
0·1214,	1388·9,	1354·1.
0·1290,	1370·0,	1335·2.
0·1366,	1354·1,	1316·2.
0·1444,	1335·2,	1294·0.
0·1518,	1316·2,	1275·0.
0·1594,	1300·4,	1256·1.
0·1670,	1281·4,	1237·1.
0·1708,	1256·6,	1214·9.
0·1784,	1246·6,	1199·1.
0·1860,	1230·7,	1180·1.
0·1936,	1214·9,	1161·1.
0·2011,	1199·1,	1142·2.
0·2049,	1183·3,	1123·2.
0·2125,	1167·5,	1082·0.

Dass beispielsweise die Anfangsgeschwindigkeit der Vollkugeln aus dem Krupp'schen Gussstahl-6-Pfdr. mit 13 ½ Lth. Schiesswollladung zu 1530·1′ gefunden ward, während sie aus dem bronz. Feld-6-Pfdr. mit der Ladung von 1 ½ Pfd. Pulver nur 1389·6′ betrug, wird nicht auffallend erscheinen, wenn man erwägt, dass der Spielraum bei ersterem Geschütz, wie dies bei Schiesswollladungen, des nicht vorkommenden Verschleimens der Bohrung wegen, angeht, 0·041″, bei letzterem aber 0·156″ war, und hiebei die obige Zusammenstellung der Lombard'schen Versuchs-Resultate berücksichtigt.

Denn bei einem Spielraum von 0·0873″ war beim 8-Pfdr. die Anfangsgeschwindigkeit 1461·7, beim Spielraum von 0·1100 aber 1398·4′; es vermindert sonach eine Vergrösserung des Spielraumes von 0·0227″ die Anfangsgeschwindigkeit um 63·3′. Nun war aber bei der Schiesswollladung von 13 ½ Lth. und dem Spielraum von 0·041″, die Anfangsgeschwindigkeit zu 1530·1′ gefunden worden; für den Spielraum von 0·156″, welchen die Kugel mit der Pulverladung beim bronz. Feld-6-Pfdr. hatte, würde nach den von

Lombard erhaltenen Daten, wegen 0·0227 : 0·115 = 63·3 : 320·6, die Anfangsgeschwindigkeit für die Schiesswollladung von 13 $^1/_2$ Lth. zu 1209·5′ resultiren; da aber bei diesem Spielraum von 0·156″ die mit Pulver erhaltene Geschwindigkeit 1389·6 Fuss betrug, so ist diese bei der Pulverladung um 180.1′ grösser ausgefallen, als sie, im Vergleich der Anfangsgeschwindigkeit mit 13 $^1/_2$ Loth Schiesswolle von 1530·1′, nach dem Einfluss des Spielraumes hätte erhalten worden sein sollen; was sich durch den Umstand erklärt, dass die Ladung von 13 $^1/_2$ Lth. Schiesswolle nicht unter allen Umständen äquivalent der Pulverladung von 1 $^1/_2$ Pfd. angenommen werden kann, und dass die Resultate des 8-Pfdrs. der Lombard'schen Tafel auch nicht ganz genau jenen des 6-Pfdrs. entsprechen können.

§. 140. Bei den oben erwähnten Versuchen des k. k. Artillerie-Komité's (1857—1858) wurde beim Feld-6-Pfdr., mit $^1/_3$ kugelschwerer (1 $^1/_2$ Pfd.) Ladung, die Anfangsgeschwindigkeit mit 1389·6′ und die lebendige Kraft mit 152789 Fusspfund, weiters beim schweren 12-Pfdr., mit der normalen Vollkugelladung von $^1/_4$ Geschossgewicht (2 $^1/_2$ Pfd.), die Anfangsgeschwindigkeit, im Mittel aus 10 Schuss, zu 1382·9′, daher die lebendige Kraft mit 304552 Fusspfund; und endlich bei dem leichten 12-Pfdr. mit der gleichen Ladung die Anfangsgeschwindigkeit zu 1354′ erhalten.

(Nachdem sie bei letzterem Geschütz nur um 28·9′ geringer ist, als beim schweren 12-Pfdr., so zeigte dieser Unterschied der Anfangsgeschwindigkeit auf die Krümmung der Flugbahn und Schussweite, beim Schiessversuch zur Portée-Ermittlung des leichten 12-Pfdrs., im Vergleiche zu jenen des schweren 12-Pfdrs. einen kaum bemerkbaren Einfluss.)

Beachtet man hier die nahe gleichen Anfangsgeschwindigkeiten des 6- und des 12pf. Gechosses und die nahezu doppelt so grosse lebendige Kraft des letzteren, so erkennt man, dass die Anfangsgeschwindigkeit allein, zur Beurtheilung der Grösse des Leistungsvermögens nicht ausreicht, und daher um die Wirkung beurtheilen zu können, auch die lebendige Kraft (oder das Bewegungsvermögen des Geschosses) in Erwägung gezogen werden muss. Die lebendige Kraft gibt den Massstab für die Arbeit, welche die Kugel an der Geschützmündung auszuüben fähig ist, und sie wird gefunden, wenn man das Gewicht der Kugel mit der Höhe multiplicirt, von der sie frei herabfallen müsste, um die ihr mitgetheilte Geschwindigkeit zu erhalten; wie es die Formel $L = 0{\cdot}016.\ pv^2$ ausdrückt, in welcher L die lebendige Kraft, p das Geschossgewicht und v die Anfangsgeschwindigkeit darstellt. Man kann die lebendige Kraft auch als denjenigen konstanten Druck in Pfunden betrachten, welcher, sich selbst gleichbleibend, gegen das in Betracht genommene Geschoss wirken muss, um dasselbe aus einem Zustande der Ruhe innerhalb des Weges von 1 Fuss in diejenige Geschwindigkeit zu versetzen, die es an der Geschützmündung wirklich erlangt hatte, oder umgekehrt, um dasselbe, wenn es sich mit dieser Geschwindigkeit bewegt, durch den angegebenen konstanten Gegendruck innerhalb des Weges von 1 Fuss wieder zur Ruhe zu bringen.

Von besonderem Interesse mit Rücksicht auf das Gesagte ist ein komparativer Versuch des k. k. Artillerie-Komité's im J. 1858 mit einer 18pfd. eis. Vertheidigungskanone und einem kurzen 24-Pfünder.

(Das 18pfd. Rohr wiegt 38 $^3/_4$ Ctr., hat eine Bohrungstiefe von 107·7″,

einen Bohrungsdurchmesser von 5·¼″ und einen Spielraum von 0·166″; — der kurze 24-Pfdr. wiegt 35 Ctr., hat eine Bohrungstiefe von 87·8″, eine Seelenweite von 5·6″ und einen Spielraum von 0·207.″)

Hier wird die Ueberlegenheit, welche die schweren Geschosse gegen die leichteren, beziehungsweise die grösseren Geschütz-Kaliber gegen die kleineren gewähren, noch sichtbarer; sie besteht im Allgemeinen darin, dass gegen jene die Kraft der Pulverladung eine längere Zeit einwirkt und daher zu einer grösseren Verwerthung gelangt als gegen diese, und dass wie bekannt die schweren Geschosse an der ihnen mitgetheilten Kraft der Bewegung weit weniger durch den Widerstand der Luft einbüssen, als die leichteren. Die Anfangsgeschwindigkeit allein ist also, wie erwähnt, zur Beurtheilung der Grösse des Leistungsvermögens nicht massgebend, sondern die lebendige Kraft wird die Ueberlegenheit in der Wirkung beurtheilen lassen. Denn es kommt hier schon vor, dass einer kleineren Anfangsgeschwindigkeit eine grössere lebendige Kraft entspricht. Mit der 18pfd. Vollkugel wurde eine Anfangsgeschwindigkeit von 1560·9′ und mit der 24pfd., bei der allongirten Patrone von $^{17}/_{20}$ des Bohrungsdurchmessers, 1372·9′, also eine um 188′ kleinere Anfangsgeschwingkeit erhalten, während bei ersterer die lebendige Kraft 575297, bei letzterer 591467, somit um 16170 Fusspfund mehr beträgt.

§. 141. Bei dem eben erwähnten Versuche stieg bei Anwendung allongirter Patronen von $^{17}/_{20}$ des Bohrungsdurchmessers die Anfangsgeschwindigkeit bis 1372·9, ergab also gegen die ausfüllenden eine Zunahme von 46·4′, während sie bei den mehr verlängerten, im Durchmesser von $^{16}/_{20}$ der Seelenweite, schon einen Verlust an Anfangsgeschwindigkeit von 56.4, und gegen die ausfüllenden Patronen von 10′ zur Folge hatte.

Ein Resultat, welches mit den von Piobert und Frederix angegebenen in Frankreich und Belgien gemachten Erfahrungen übereinstimmt, die wir im §. 135 citirt haben.

Die Anfangsgeschwindigkeiten von zwei nahe gleichen 24pfd. kurzen Kanonenrohren Nro. 1 und 2 mit dem Spielraum von 0·207 und 0·166,″ unter sonst gleichen Umständen, waren:

Bei der Vollkugel mit 5 Pfd. Ladung

Nro. 1	ausfüllende Patrone	1326·5′,
	allongirte Patrone, $^{17}/_{20}$ Bohrungsdurchmesser . . .	1372·9′,
Nro. 2	ausfüllende Patrone	1455·5′,
	allongirte Patrone, $^{17}/_{20}$ Bohrungsdurchmesser . . .	1523·7′.

Die diesen Anfangsgeschwindigkeiten entsprechenden lebendigen Kräfte sind der Ordnung nach: 552163—591467—667321—731324 Fusspfund. Vergleicht man die Anfangsgeschwindigkeiten, welche dem 24pfd. eisernen kurzen Kanonenrohre mit dem Spielraume von 0·166″ entsprechen, mit jenen, welche dem Rohre mit dem Spielraume von 0·207″ zukommen, so ergibt sich der Einfluss des verminderten Spielraumes auch hier auf eine erkennbare Weise.

§. 142. Was den Einfluss des leichteren oder schwereren Geschosses bei ein und demselben Kaliber auf die Anfangsgeschwindigkeit betrifft, so führen wir hier eine darauf bezugnehmende Zusammenstellung aus den oben citirten Versuchen an.

Die aus dem Schiesswoll-12-Pfdr. mit Schiesswoll-Shrapnels und

18 Loth Ladung erhaltene Anfangsgeschwindigkeit betrug bei diesen Versuchen (trotz des um 11 Punkte = 0·076″ kleineren Spielraumes) nur 1070·8′, also um 197·1′ weniger als die Anfangsgeschwindigkeit aus dem leichten 12-Pfdr. mit Hohlkugelkartätschen und 2 Pfd. Ladung oder um 250·6′ weniger als jene bei dem letztgenannten Geschütze mit Shrapnels.

Bei der leichten 12pfd. Batteriekanone beträgt bei $2\frac{1}{2}$ Pfd. Ladung und $5\frac{1}{3}$″ Elevation die Anfangsgeschwindigkeit der $6\frac{5}{8}$ Pfd. schweren Hohlkugel 1678′, jene des $9\frac{1}{8}$ Pfd. schweren Shrapnels nur 1411′.

Bei der 30pfd. kurzen Batteriehaubitze beträgt bei 5 Pfd. Ladung die Anfangsgeschwindigkeit der $62\frac{3}{4}$ Pfd. schweren Granate 801′, jene des $85\frac{1}{2}$ Pfd. schweren Shrapnels nur 680′ u. s. w.

Bei gleichem Gewichte der Ladung und verschiedenem der Geschosse ist, wie es der Theorie nach nicht anders sein kann, die Anfangsgeschwindigkeit bei den leichteren Projektilen grösser als bei den schwereren. —

§. 143. Mit Bezug auf die Veränderung der Anfangsgeschwindigkeit durch eine Verkürzung der Bohrungslänge erwähnen wir einen komparativen Versuch des k. k. Artillerie-Komité's mit einer 25 und einer 19 Kaliber langen eis. 12pfd. Vertheidigungskanone. Aus demselben ist zu ersehen, dass bei gleicher Ladung von 4 Pfd. ($\frac{2}{5}$ des Geschossgewichtes) durch Verkürzung des Rohres um 6 Kaliber, der Verlust an Anfangsgeschwindigkeit 98·6′ betrug.

Mit Rücksicht auf die beträchtliche Verkürzung des Rohres (um 26″) erscheint dieser Geschwindigkeits-Verlust nur gering.

Bei Verminderung der Ladung um 16 Loth, mit ausfüllenden Patronen, wurden bei dem längeren Rohre nur 12·2′ an Geschwindigkeit eingebüsst; hingegen ist durch die Verlängerung der Patrone die Anfangsgeschwindigkeit, selbst bei der kleineren Ladung von 3 Pfd. 16 Lth., bei dem kürzeren Rohre wieder grösser geworden, so dass nur ein Verlust von 25·6′ an der Geschwindigkeit resultirte.

§. 144. Im J. 1854 wurde dem k. k. Artillerie-Komité die Konstruktion einer 30pfd. langen Haubitze aufgetragen, die durch die Anwendung der Ladung von 12 Pfd. ($\frac{1}{5}$ des Projektilgewichtes) einen ansehnlich grösseren Ertrag als die eingeführte 30pfd. Granatkanone gewähren sollte. Da das in Folge dessen für die grosse Ladung konstruirte Rohr ein Gewicht von 11600 Pfd. erhielt, so schien es wünschenswerth zu erfahren, ob man von der angenommenen Eisenstärke, unbeschadet der Widerstandsfähigkeit, nicht herabgehen könne, um für dieses Geschütz den nöthigen Grad der Beweglichkeit zu bewahren. Deshalb wurde die Kammer der bestehenden 30pfd. Granatkanone durch Erweiterung auf den Fassungsraum von 12 Pfd. Ladung gebracht und damit Versuche ausgeführt. Die Resultate dieser Versuche berechtigten dazu, die Eisenstärke der neu zu konstruirenden Haubitze zu vermindern und, gestützt auf die hierbei gemachten Erfahrungen, ein neues Rohr dieses Kalibers mit geringerer Eisenstärke zu konstruiren, was schliesslich zur Annahme des gegenwärtig eingeführten 30pfd. langen Haubitzrohres führte. Das oben Erwähnte zeigt, dass Ladung und Metallstärke sorgfältigst kombinirt werden müssen, wenn bei Geschützrohren nicht eine nutzlose Vermehrung des Gewichtes, so wie andere nachtheilige Umstände eintreten sollen.

§. 145. Der Einfluss der Art der Entzündung der Ladung auf die Anfangsgeschwindigkeit ist auch nicht unbeachtet zu lassen. Die Einwirkung der intensiveren Entzündung der Geschützladung auf die der Kugel ertheilte Geschwindigkeit ist bei den Friktionsbrandeln am grössten, und bei den Schilfrohrbrandeln, oder der Abfeuerung mit der Lunte am kleinsten. —

Zwischen Perkussions- und Friktionsbrandeln ist der Unterschied nicht erheblich, wie es auch der Natur der Sache nach nicht anders zu erwarten ist.

Aus einem eis. 6-Pfdr., mit der Vorrichtung zur Perkussionsabfeuerung, nach den Dimensionen des bronzenen Feld-6-Pfdrs., wurde dieserwegen ein Versuch gemacht:

6 Schuss, wurden mit Perkussionsbrandeln (Projekt Sr. königlichen Hoheit des Herrn Erzherzogs Maximilian d'Este);

6 Schuss, mit den gegenwärtig eingeführten, kupfernen Friktionsbrandeln; und

6 Schuss, mit den noch bestehenden Schilfrohrbrandeln abgefeuert. Die erhaltenen Anfangsgeschwindigkeiten betrugen im Mittel: 1448, 1452·9 und 1416·2 Fuss.

§. 146. Vom k. k. Artillerie-Komité selbst sind bisher, so viel uns bekannt, erst drei Versuche über den Verlust an Geschwindigkeit, welchen das Geschoss in einer gewissen Entfernung von der Mündung erleidet, ausgeführt worden, u. z. aus der 18pfd. Vertheidigungskanone und dem kurzen 24-Pfdr. auf der Distanz von 500 Schritt mit Vollkugeln, und aus der 7pfd. Granatkanone auf 400 Schritte mit Granaten. Die 18pfd. Kugel hat auf diesem Punkt ihrer Bahn 367′ und die 24pfd. 343·3′, die 7pfd. Granate aber, nach Zurücklegung eines um 100 Schritte kürzeren Weges, 327′ von der Anfangsgeschwindigkeit verloren.

Nach Piobert hat die 12pfd. Kugel, abgeschossen aus einem Rohre mit dem Spielraume von 0·14″ (W. M.) und $^1/_3$ kugelschwerer Ladung, eine Anfangsgeschwindigkeit von 1581′ und wenn sie 113 Schritte zurückgelegt hat, nur mehr 1424′, somit einen Verlust von 157′ an der Geschwindigkeit erlitten.

§. 147. In der nachfolgenden Tafel sind die Anfangsgeschwindigkeiten der wesentlichsten, zumeist noch eingeführten, glatten Geschütze, mit den bestehenden Geschossen und Ladungen, sowie zur Beurtheilung der Perkussion, die entsprechende lebendige Kraft (Arbeit) zusammengestellt.

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass bei den relativ grössten Ladungen auch die Anfangsgeschwindigkeiten am grössten sind, und dass diese mit den Ladungen abnehmen. Unter den Vollkugeln hat die aus der leichten 12pfd. Batteriekanone 1707·6′ Anfangsgeschwindigkeit ergeben, wobei die Ladung 0·3578 in Theilen des Kugelgewichtes war; bei den beiden Feld-12-Pfdrn. und dem kurzen 24-Pfdr. beträgt die Ladung nur 0·2512 bis 0.2549 des Geschossgewichtes, ist also hier am kleinsten, zeigte demgemäss auch die kleinsten Anfangsgeschwindigkeiten von 1354 bis 1382·9′. Von der Mächtigkeit des Effektes der Geschosse aus dem 48-Pfdr., der langen 30pfd. Haubitze und dem 60pfd. Küstenmörser geben die für die lebendige Kraft erhaltenen Zahlen von $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Millionen Fusspfund, in Bezug auf ihre Perkussionskraft, die deutlichste Vorstellung.

Ebenso lässt die nachstehende Tafel noch weitere interessante Schlüsse mit Bezug auf die Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse zu.

Gattung des Geschützes			Gattung des Geschosses											
			Vollkugel				Shrapnel				Hohlkugel, Granate oder Bombe			
			Ladung		Anfangsgeschwindigkeit in Fuss	Lebendige Kraft in Fusspfund	Ladung		Anfangsgeschwindigkeit in Fuss	Lebendige Kraft in Fusspfund	Ladung		Anfangsgeschwindigkeit in Fuss	Lebendige Kraft in Fusspfund
pfündige			Pfd.	Lth.			Pfd.	Lth.			Pfd.	Lth.		
6	Bronzene	Feld-Kanone	1	16	1389·6	152789	1	16	1495·3	154558	—	—	—	—
12		leichte Feldkan.	2	16	1354	290672	2	16	1331·4	255480	—	—	—	—
12		schwere Feldkan.	2	16	1382·9	304552	2	—	1292·2	226255	—	—	—	—
7		kurze Haubitze	—	—	—	—	—	—	—	—	— — —	12 20 32	329 419 597	21780 37921 76984
7		lange mittlere Haubitze	—	—	—	—	1	24	884·4	214340	— - 1 1	12 20 10 24	369·9 542·7 832·8 1000·5	29622 63764 150155 216717
7		lange schwere Haubitze	—	—	—	—	1	24	856·3	216670	— — 1 1	12 20 10 24	363·5 541 882·1 993·8	28607 63366 168459 213824
7	—	Granat-Kanone	—	—	—	—	2	16	1069·3	337876	2	16	1242·2	332530
12	Eiserne	leichte Batterie-Kanone	3	16	1707·6	456338	2	16	1410·5	290602	2	16	1678	298463
24		kurze Batterie-Kanone	5	—	1372·9	591467	5	—	1443·4	613562	4	—	1558·6	523500
24		lange Batterie-Kanone	7	—	1645·2	852944	5	—	1519·2	714317	5	—	1847·8	735796
48		Küsten-Kanone	13	—	1465·3	1345376	10	—	1399·8	1188401	10	—	1627·4	1214968
30		kurze Batterie-Haubitze	—	—	—	—	5	—	680·7	634098	1 3 5	— — —	306 635·5 801	94057 405678 644488
30		lange Batterie-Haubitze	—	—	—	—	10	—	972·1	1293203	7 12	— —	987·4 1237·1	979346 1537304
60		Küsten-Mörser	—	—	—	—	—	—	—	—	5 9 12 14 15	— — — — —	505·1 713·7 816·4 826·8 864·1	469432 937237 1226377 1257821 1373870

Vergleicht man die Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse mit der Gewalt des stärksten Windes, wo der Orkan, der Häuser und Bäume umwirft, eine Geschwindigkeit von 142′ hat, so sieht man, dass dieselbe wohl zehn-

mal grösser ist und erhält dadurch eine Vorstellung von der Schnelligkeit der Geschossbewegung.

Die Anfangsgeschwindigkeit der meisten Geschosse ist sogar grösser als die Geschwindigkeit des Schalles, welche bei einer Temperatur von 8^0 R. in freier Luft 1053·5′ beträgt.

§. 148. Kugelladung der Feldkanonen. Die zweckmässigen Ladungen der Feldkanonen wurden bereits im §. 25 zu $^1/_4$, $^3/_{10}$ und $^1/_3$ des Kugelgewichtes für die Bohrungslänge von 15, 17 und 19 Kaliber angegeben.

Hat man für einen Kaliber die angemessene Ladung bestimmt, und sind die Kanonen im Verhältnisse des Kugeldurchmessers auf eine gleiche Art proportionirt, so kann auch den übrigen Kalibern die gleiche Ladung im Verhältnisse des Kugelgewichtes gegeben werden. In diesem Falle verhalten sich nämlich die Ladungen wie die Gewichte der Kugeln, da sich die Gewichte der Kugeln wie die 3. Potenzen ihrer Durchmesser verhalten. Wird daher beispielsweise der 6-Pfdr. mit $^3/_{10}$ Kugelschwere geladen, so sollte auch der 12-Pfdr. eine $^3/_{10}$ kugelschwere Ladung erhalten. Allein es lässt sich, wie vorangehend erwähnt wurde, durch Theorie und Erfahrung nachweisen, dass die Ladungen der grösseren Kaliber, da sie verhältnissmässig schneller verbrennen, ein minderes Verhältniss zum Kugelgewichte, als jene der kleineren Kaliber haben sollen, und dass überhaupt die Verhältnisszahlen der Ladungen von gleich proportionirten Geschützen eine abnehmende Reihe bilden, wenn man von der kleineren Geschützgattung zur grösseren aufsteigt. Diesem entsprechend wurde beispielsweise dem 12-Pfdr. auch nur eine $^1/_4$ kugelschwere Ladung gegeben. Da jedoch die Verminderung der Ladung nicht beträchtlich sein kann, so pflegt man auch bei den Kalibern, welche nicht weit von einander verschieden sind, auf die Verminderung der Ladung vielfach keine Rücksicht zu nehmen.

§. 149. Kugelladung der Batteriekanonen. Die Pulverladung der Batteriekanonen wird nicht im Verhältnisse der Bohrungslänge bestimmt, da aus dem Vorhergehenden bekannt ist, dass die verhältnissmässig grössere Bohrungslänge derselben nicht der zu erzielenden Anfangsgeschwindigkeit wegen, sondern als Folge des genügenden Hineinreichens in die Scharten etc., so gross angenommen werden müsse. Die Ladung der Batteriekanonen richtet sich daher immer nach dem zu erreichenden Zwecke, welcher im Breschschiessen, Demontiren, Rikoschetiren etc. bestehen kann.

Beim Breschschiessen, wo die Kugeln die grösste Perkussionskraft haben müssen, zeigt die Erfahrung, dass mit $^1/_3$ bis $^2/_5$ kugelschwerer Ladung die stärksten Mauern niedergeschossen werden können. Es ist zwar allerdings richtig, dass auf den meisten sehr kurzen Distanzen, bei welchen gewöhnlich das Breschschiessen erfolgt, die $^1/_2$ kugelschwere Ladung einen merklich grösseren Effekt hervorbringt, aber man darf bei den Batteriekanonen aus Besorgniss selbe in kurzer Zeit zu Grunde zu richten, von so starken Ladungen keinen Gebrauch machen. Man dürfte daher höchstens bis zu $^5/_{12}$ kugelschweren Ladungen vorgehen. Die genannten Ladungsverhältnisse, nämlich $^1/_3$, $^2/_5$ und $^5/_{12}$ des Kugelgewichtes, entsprechen den Bohrungslängen von 19, 21 und 23 Kaliber, wenn man hiebei gleichzeitig die anderen Anforderungen an die Bohrungslänge der Batteriekanonenrohre berücksichtiget. —

Bei den österr. Batteriekanonen ist die Ladung $^1/_3$ bis $^2/_5$ des Kugelgewichtes. Dass man übrigens bei Anwendung sehr starker Ladungen bei nur wenig grösseren Distanzen nichts Bedeutendes an den Schussweiten, mithin auch an der Perkussionskraft gewinnen könne, bestätigte ein im J. 1828 zu Pesth, mit einem 24-Pfdr., dieserwegen ausgeführter Versuch.

Beim Demontiren der Brustwehren oder Batterien etc. kommt nebst der Perkussion des Projektils, auch seine Grösse und sein Sprengeffekt in Betracht. Hier dürfte die $^1/_3$ kugelschwere Ladung sehr angemessen sein, wofür auch die bei der Belagerung von Kehl gemachte Erfahrung spricht, indem dort die mit $^3/_{10}$ Kugelschwere geladenen Feld-18-Pfdr. sehr gute Dienste leisteten.

Bei dem Vertheidigungsgeschütze, welches in der Regel nur eilfertig erbaute Batterien und Erdwerke zu beschiessen hat, dürfte die eben angegebene Ladung um so mehr genügen.

Bei dieser Geschützgattung wäre nur dann von stärkeren Ladungen Gebrauch zu machen, wenn von Seitenwerken weit entfernte Angriffspunkte, Depôts, Artillerie-Parks etc. beschossen werden sollen.

Beim Rikoschetiren, wo grösstentheils sehr kleine Ladungen in Anwendung kommen, ist der Einfluss derselben auf die Rohrkonstruktion auch nicht zu beachten. Ladungen von $^1/_{26}$—$^1/_{24}$ Kugelschwere geben der Erfahrung zu Folge der 12-, 18- und 24pfd. Kugel, oder den diesen Kalibern entsprechenden Hohlgeschossen, selbst auf grössere Distanzen noch ein Eindringen des Geschosses auf 1—1 $^1/_2$' in festgestampfte Erde und haben daher Perkussionskraft genug, um Menschen und Laffeten zu beschädigen, Traverse zu zerstören etc.

Im Allgemeinen wird man daher die Ladung nach der Entfernung zu bestimmen haben, und dies jedenfalls beim Schiessen der Shrapnels.

Die Beschleunigung der Verbrennung der Ladung, vorzugsweise jedoch die Spannung der durch dieselbe erzeugten Gase hängt auch von der Wärmeleitungsfähigkeit des Geschützmetalles ab, daher die Ladung eines gusseisernen Rohres kleiner, als jene eines Rohres von Bronze bei gleichen Kalibern angenommen werden könnte, da bekanntlich das Gusseisen ein schlechterer Wärmeleiter als Geschützbronze ist. Allein ausgedehnte Versuche haben gezeigt, dass zwischen den Anfangsgeschwindigkeiten, beziehungsweise Schussweiten, einer gusseisernen oder bronzenen Kanone bei gleichen Ladungen kein merklicher Unterschied stattfinde, und man wird daher auch bei beiden Rohren gleiche Ladungen beibehalten.

§. 150. Hohlgeschoss- und Kartätschen-Ladung der Kanonen. Shrapnels und Hohlkugeln werder bei Feldkanonen mit der Kugelladung geschossen, — was in den geringen Gewichtsunterschieden dieser Geschosse und der entsprechenden Kugel, weiters in der Forderung liegt, denselben nahezu die gleichen Anfangsgeschwindigkeiten und Schussweiten wie der Vollkugel zuzuwenden.

Bei Batteriekanonen, wo man der Vollkugel eine grössere Anfangsgeschwindigkeit und grössere Perkussionskraft geben will, werden für Shrapnels und Hohlkugeln auch kleinere Ladungen angewendet.

Dieselben liegen bei letzteren Geschützen, u. z. bei Hohlkugeln zwischen $^1/_3$ und $^3/_8$, bei Shrapnels zwischen $^1/_5$ und $^2/_7$ geschossschwerer Ladung. Daher die Ladungen der Hohlgeschosse auf die Rohrkonstruktion weniger Einfluss nehmen als die Kugelladungen.

Die Pulverladungen für die Kartätschen hängen vom Gewichte der Büchsenkartätschen, und von der Entfernung ab, auf welche die gegebene Kartätschensorte noch mit Erfolg getrieben werden kann.

Obgleich es noch in diesem Punkte an umfassenden Versuchen fehlt, so lässt sich doch im Allgemeinen annehmen, dass, wenn das Gewicht der Kartätschen jenem der Kugel beinahe gleich ist, die Kugelladung auch die angemessenste für die Kartätsche sei. Ist aber im Gegentheil das Gewicht der Kartätsche beträchtlich grösser als jenes der Kugel (bei den eingeführten Kanonen ist das Kartätschengewicht um das $^1/_{20}$ — $^1/_5$ fache des Kugelgewichtes grösser), so wird eine Ladung, welche ein kleineres Verhältniss zum Kartätschengewichte als jene zum Gewichte der Kugel hat, vorzuziehen sein; indem bei stärkeren Ladungen die Schrote eine zu grosse Ausstreuung bekommen. In diesem Falle wird man das Verhältniss der Kugelladung füglich um 0·05 vermindern, und daher beispielsweise statt $^1/_4$ bis $^1/_3$, d. i. 0·25 bis 0·33 des Kartätschengewichtes, beim Feldgeschütz das Verhältniss 0·2 bis 0·28 anwenden, was nahe $^1/_5$ bis $^3/_{10}$ entspricht. In der Praxis ist man jedoch auch hier bei der Ladung innerhalb des Verhältnisses $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Kartätschengewichtes geblieben.

Während auf diese Weise bei Feldkanonen die Ladung für die Kartätsche nicht unbeträchtlich vermehrt wurde (um $^1/_2$ Pfd.), was bei der Bestimmung der Metallstärke des Rohres nicht unbeachtet bleiben darf, bleibt die Kartätschenladung bei Batteriekanonen jener der Kugel gleich, ja tritt sogar beim 48-Pfdr. des Systems 1859 unter dieselbe, was darin seine Begründung findet, weil die bei Batteriekanonen vorkommenden grossen Kugelladungen bei einer Vergrösserung für die Kartätsche eine zu grosse Streuung der Schrote nach sich ziehen würden. Bei Batteriekanonen liegt daher das Gewicht der Kartätschenladung zwischen $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Geschossgewichtes; was dem Verhältnisse der Feldkanonen entspricht.

Die Kartätschenladungen influenciren daher hier die Rohrkonstruktion nicht.

Es scheint ferner, dass die kleineren Schrotgattungen eine etwas stärkere Ladung als die grösseren fordern, und dass man denjenigen Geschützgattungen, welche blos zum Schiessen kleiner Schrote bestimmt sind, eine grössere Ladung geben müsse. Uebrigens gilt auch bei den Kartätschenladungen die bei den Kugelladungen gemachte Bemerkung: dass, wenn die Ladungen schon ziemlich dem Kartätschengewichte angemessen sind, eine fernere Vergrösserung derselben nichts Merkliches zur Erhöhung der Kartätschenwirkung beitrage, und dass die grössere Wirkung erst auf die grösseren Entfernungen eintrete.

§. 151. Ladung der Haubitzen. Die Ladungen der Feld-Haubitzen hängen vorangehend von der Konstruktion des Rohres und des Gestelles ab, u. z. von letzterer besonders wegen der zulässigen grössten Elevationen. Uebrigens sind bei den genannten Geschützen bei der Bestimmung der Ladungen auch noch die Zwecke zu berücksichtigen, welchen dieselben entsprechen sollen; u. z.:

1. Muss die Ladung so gross sein, dass die Haubitzen die nämlichen Distanzen wie die Kanonen, mit welchen sie in Batterien vereinigt sind, erreichen. In dieser Hinsicht muss die Granate bis auf 2000 Schritte und mehr getrieben werden können. (Dieser Punkt gibt gleichzeitig die grosse Abhängigkeit der Haubitz-Ladung vom Geschosse zu erkennen.)

2. Wird die Granate geworfen, so muss die Ladung in Verbindung mit dem Elevationswinkel dergestalt auf die verschiedenen Entfernungen proportionirt sein, damit die Granate beim ersten Aufschlage liegen bleibe, um ihre vorzüglichste Wirkung durch das Zerspringen leisten zu können.

3. Hängt die Ladung mit Beziehung auf das Werfen der Granaten auch von den Elevationen ab, welche die Richtmaschine und der Geschütz-Aufsatz zulassen, erstere ohne das Gestelle in seiner Leistung zu überbürden, letztere ohne die Handhabung des Aufsatzes zu unbequem zu machen.

Wollte man, um diesem letzteren Uebelstande abzuhelfen, die Haubitze mit dem Quadranten richten, so würde das Richten langsamer und unsicherer bewirkt und der Quadrant durch ungeschickte Behandlung auch leicht beschädigt werden können. Ueberhaupt erfordert der Gebrauch des Quadranten Ruhe und Zeit und mag daher wohl hinter der Brustwehre einer Batterie gebraucht werden können, aber nicht vor dem Feinde im freien Felde, wo alle Verrichtungen bei dem Geschütze mit einer gewissen Eilfertigkeit zu geschehen pflegen.

Es ist leicht einzusehen, dass die hier angegebenen Bedingungen nicht mit einer Ladung erfüllt werden können; der 1. und 3. Punkt fordern mitunter grosse, der 2. kleine Ladungen. Man wird daher verschiedene Ladungen anwenden müssen, und zwar: solche für die kleinen, für die mittleren und endlich für die grössten Distanzen. Die grösste der gewählten Ladungen findet gleichzeitig ihre Anwendung für das Shrapnel- und Kartätschenschiessen.

Dass von den gewählten Ladungen die grösste auch den bedeutendsten Einfluss auf die Konstruktion der Kammer, und überhaupt des Geschützes hat, ist erklärlich.

Bei den Feldhaubitzen sind 3 bis 4 Ladungen eingeführt, die grösste hat bei der kurzen Haubitze nahe $^1/_{13}$, bei der langen nahe $^1/_8$ des Granaten-Gewichtes.

Bei der Ladung der kurzen Batteriehaubitzen sind die gleichen Grundsätze zu beachten, wie bei den gleichen Feldhaubitzen. Die 30pfd. lange Küstenhaubitze und die 30pfd. Granatkanone haben nur 2 festgesetzte Ladungen und zwar deshalb, weil bei ihnen vorzugsweise der Granaten-Schuss auf grosse Weiten im Auge gehalten wurde.

Die grössere Ladung ist für den Granaten- und Kartätschenschuss, die kleinere für den Schrapnelschuss bestimmt.

Auch bei Batterie-Haubitzen ist nur die grösste der bei den einzelnen Kalibern eingeführten Ladungen von wesentlichem Einfluss auf die Rohrkonstruktion und zwar besonders auf jene der Kammer. Auch bei Haubitzen hat die Rohrmaterie keinen Einfluss auf die Grösse der Ladung. (Siehe §. 149.)

Das Ladungsverhältniss bei der grössten Ladung zum Granatengewichte ist das Nachstehende:

bei der	7pfd.	Haubitze	beträgt die Ladung nahe	$^1/_{13}$	des Granatengew.
„ „	7 „	Granatkan.	„ „ „ „	$^1/_5$	„ „
„ „	30 „	kurz. Hbtze.	„ „ „ „	$^1/_{13}$	„ „
„ „	30 „	lang. „	„ „ „ „	$^1/_5$	„ „
„ „	30 „	Granatkan.	„ „ „ „	$^1/_9$	„ „

Die festgesetzten Ladungen geben bei den österr. Haubitzen der Granate die nachstehende Anfangsgeschwindigkeit:

Haubitze	Gewicht der Ladung		Gewicht der Granate		Anfangsgeschwindigkeit in Fuss	Lebendige Kraft in Fusspfunden
	Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.		
7pf. kurze Feld-	1	—	13	16	597	76984
7 „ lang. mittl. Feld-	1	24	13	17	1000	216717
7 „ „ schwer. „	1	24	13	17	994	213824
12 „ Gebirgs-	—	16	6	20	550	31992
7 „ eis. Batterie- d. ält. Syst. .	1	—	13	15	620	83033
10 „ bronz. „ „ „ „ .	1	22	19	27	571	103498
30 „ eis. Granatkanone	7	—	62	25	986	977363
7 „ „ Granatkan. d. neu. Syst.	2	16	13	15	1242	332530
7 „ „ kurze Batterie- „ . .	1	—	13	15	636	87371
30 „ „ „ „ „ . .	5	—	62	25	801	644488
30 „ „ lange „ „ . .	12	—	62	25	1237	1537304

§. 152. **Ladung der Mörser.** Die vollen Kammerladungen der Mörser hängen von der Länge des Mörsers, vom Gewichte der Bombe und von den Entfernungen ab, auf welche die Bombe noch getrieben werden soll.

Bei der Belagerung und Vertheidigung von Befestigungen werden Bomben gewöhnlich nur auf 800—1200 Klaftr. geworfen; doch können auch Fälle eintreten, wo es wünschenswerth ist, Bomben auf weit grössere Entfernungen werfen zu können, z. B. bei Fluss- und Seebefestigungen, wenn man den Geschützkampf bei festen Plätzen in Folge der Verwendung gezogener Rohre auf grössere Enfernungen beginnen müsste oder auch wenn man die vielleicht nicht in gehöriger Entfernung angelegten Belagerungs-Depôts etc. zu bewerfen wünscht. Hieraus folgt, dass man Mörser von verschiedener Grösse und Einrichtung haben müsse, welche die zugehörige Bombe auf kleinere oder grössere Entfernungen zu treiben vermögen. Für die kleinste Mörsergattung genügt eine Ladung von $^1/_{40}$ bis $^1/_{33}$ Bombenschwere, denn solche Ladungen treiben ihre Geschosse in genügende Entfernungen (6pfd. Mörser auf 300°, 7pfd. auf 400° und 10pfd. auf 800°). Die mittleren Mörsergattungen (30-Pfdr.) bedingen als volle Kammerladung nahe eine $^1/_{28}$ bombenschwere Ladung. Diese Ladung gewährt ihnen Wurfweiten bis zu 1000°.

Die 30pfd. weittreibenden Mörser haben eine $^1/_{14}$ bombenschwere Kammerladung, welche Wurfweiten bis 1400° zulässt. Bei den grössten d. i. 60pfd. Mörsern entspricht die Konstruktion der Kammer einer vollen Kammerladung von $^1/_{24}$ bis $^1/_{25}$ Bombengewicht, wodurch sie Wurfweiten von 1200 bis 1400° erreichen. Der 60pfd. Küstenmörser, welcher eine $^1/_8$ Bombengewicht entsprechende volle Kammerladung hat, kann seine 115 Pfd. schwere Bombe bis auf 2000° werfen. Wollte man noch grössere Enfernungen erreichen, so erfordert dieses äusserst starke Ladungen.

Bei der Belagerung von Cadix im J. 1811 wurden die 180 Pfd. schweren Bomben aus 9 Kaliber langen Mörsern mit der Ladung von 33 Pfd. auf 2400—2700° geworfen.

Sind die Mörser in gleichem Verhältnisse des Bombendurchmessers

konstruirt, so können sie auch nahe gleich schwere Ladungen im Verhältnisse des Bombengewichtes erhalten. Der Einfluss der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Gusseisens auf die Grösse der Ladung äussert sich bei den Mörsern in ähnlicher Weise wie bei Kanonen. (Siehe §. 149.)

Ein 1826 und 1827 zu Wien mit einem gusseis. und einem metallenen 60pfd. Mörser, von gleichen Dimensionen, ausgeführter Versuch bestätiget dies.

Bekanntlich können die Mörser sowohl mit ledigem Pulver als mit Patronen geladen werden. Es entsteht daher die Frage: ob der Gebrauch der Patronen einigen Einfluss auf die Grösse der Ladungen ausübe.

Aus den zu Wien dieserwegen ausgeführten Versuchen ist zu ersehen, dass bei den gewöhnlichen Ladungen der 30- und 60pfd. Mörser kein Unterschied der Wurfweiten in beiden Fällen stattfindet, dass aber bei den sehr schwachen Ladungen des 7- und 10pfd. Mörsers der Gebrauch der Patronen eine Verminderung der Pulverladung zulasse. Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, dass die Ladung des Mörsers vorangehend auf die Form und Grösse der Kammer und auf die Metallstärke nächst dem Verbrennungsraume Einfluss nimmt.

Um den Einfluss zu ermessen, den die Vergrösserung der Kammer, sowie jene der Ladung auf die Anfangsgeschwindigkeit der Bombe und die Wurfweite hat, sollen hier die darauf bezugnehmenden Versuche des k. k. Artillerie-Komité's im J. 1856—1858, mit 60pfd. weittreibenden und dem neuen 60pfd. Küsten-Mörser Raum finden.

Nach den vom Freih. v. Vega angegebenen Abmessungen eines 60pfd. weittreibenden Mörsers wurden zwei solche gegossen und 1827 nächst Pesth Versuchen unterzogen. Die Hauptabmessungen dieser Mörser waren folgende: Durchmesser des Fluges 11·46″, unterer Durchmesser der Kammer 4″, Länge der ganzen Bohrung 31″, der Kammer bis zur Berührungsebene der Bombe 8·5″, ganze Länge der Mörsers 38″. Die volle Kammerladung betrug 10 Pfd., das Gewicht des Rohres 2270 (20 Bomben) und das der Schleife 2000 Pfd.

Die grösste Wurfweite dieses Mörsers war 1780°, daher nur 290° grösser als die des 30pfd. weittreibenden Mörsers. Dieser geringe Unterschied der Tragweite und die Schwerfälligkeit des 60pfd. Mörsers verhinderten dessen Annahme.

Im Jahre 1856 wurde bestimmt, bei einem weittreibenden 60pfd. Mörser der vorbeschriebenen Art die Kammer zur Aufnahme von 15 Pfd. Pulver zu erweitern, für die Küstenvertheidigung jedoch einen eisernen 60pfd. Küstenmörser für 15 Pfd., d. i. $^1/_8$ bombenschwere Ladung zu entwerfen.

Das mit vergrösserter Kammer im J. 1856 am Steinfeld nächst Wiener-Neustadt versuchte weittreibende 60pfd. bronz. Mörserrohr wog 2254 Pfd., hatte eine Kammertiefe von 9″, und bei unverändert gebliebenem Durchmesser des Fluges einen Spielraum von 0·215″.

Bei der Elevation von 42° 30′ vom Horizont, unter welcher nach allgemeiner Annahme die grösste Wurfweite resultiren soll, wurden mit den Ladungen von 8, 9, 12 und 15 Pfd. die Anfangsgeschwindigkeiten bestimmt, welche zu 685·9, 715·9, 782·5 und 830 Fuss gefunden wurden, die hiernach berechneten lebendigen Kräfte stellen sich korrespondirend zu: 865644·2, 943023·6, 1126643·4 und 1267516·2 Fusspfund heraus.

Nach dem oben erwähnten Entwurfe wurde der 60pfd. Küstenmörser zu Maria-Zell angefertigt und am Steinfeld im J. 1857 ebenfalls Versuchen unterzogen.

Das 60pf. Rohr des eis. Küstenmörsers wiegt 6520 Pfd. (56 Bomben),

der Block hiezu 880 Pfd., es ist 2 Kaliber = 22·5″ lang, wirft eine Bombe von 115 Pfd., im Durchmesser von 11 $^1/_4$″, unter 42 $^1/_2$ ^{0} vom Horizont, mit 15 Pfd. Ladung 6300 Schritte = 2520^0 weit und hat einen Spielraum von 2 $^1/_2$‴ = 0·208″.

Mit den Ladungen von 5, 9, 12, 14 und 15 Pfd. und unter dem fixen Winkel von 42 $^1/_2$ ^{0} wurden die Anfangsgeschwindigkeiten von 505·1, 713·7, 816·4, 826·8 und 864·1 Fuss erhalten, welche die des weittreibenden 60pf. Mörsers mit vergrösserter Kammer, bei der Ladung von 12 Pfd. um 33·9 und bei der Ladung von 15 Pfd. um 34·1 Fuss übersteigen. —

So viel uns bekannt, sind noch nirgendwo die Anfangsgeschwindigkeiten aus Mörsern geworfener Bomben bestimmt worden, weshalb diese Daten besonderes Interesse beanspruchen dürften.

§. 153. Einfluss des Geschosses. Bei Kanonen mit glatter Bohrung ist unter den zur Anwendung kommenden Geschossen die Kugel von der grössten Bedeutung für die Rohrkonstruktion, daher sie auch vorangehend besprochen werden soll.

Im Allgemeinen wird sich der Einfluss des Geschosses auf die Konstruktion betrachten lassen: — mit Bezug auf die Form desselben, — mit Bezug auf den Durchmesser eines senkrechten Querschnittes auf seine Achse und den dadurch bedingten Spielraum, — mit Bezug auf sein Gewicht, — mit Bezug auf die Lage seines Schwerpunktes und des Mittelpunktes der Figur, — mit Bezug auf die durch seine Oberfläche und sein Gewicht veranlasste Reibung an den Bohrungswänden etc. Da die wesentlichsten dieser Beziehungen des Geschosses zur Rohrkonstruktion theils schon im Vorhergehenden berührt wurden, theils in dem folgenden Abschnitte — „Einfluss des Langgeschosses auf die Rohrkonstruktion" — (§. 156) besprochen werden, so können wir uns hier auf die nachstehenden Bemerkungen beschränken.

Was die Form des Geschosses betrifft, so erleichtert die sphärische Form desselben das Laden und begünstigt die Schnelligkeit dieser Manipulation, indem sie glatte Bohrungen zulässig macht. Bei der Kugel beschränkt sich das Anschliessen an die Seelenwand nur auf einen kleinen Theil der Geschossoberfläche (einen Punkt) und die Reibung beim Durchgang derselben durch die Bohrung ist geringer als beim Langgeschoss, was eine Verminderung der Ladung und Metallstärke zulässt; — anderseits entspricht die sphärische Form nicht der Curve des kleinsten Luftwiderstandes, fordert daher eine grössere Anfangsgeschwindigkeit (Ladung) — eine grössere Metallstärke und Bohrungslänge.

Bei der Kugel fällt im Allgemeinen der Schwerpunkt und der Geschossmittelpunkt zusammen, und beide liegen durch den bedingten Spielraum unter der Seelenachse des Rohres, was zum Entweichen der Pulvergase über dem Geschosse und zu einem Anpressen desselben an die untere Bohrungswand am Geschosslager Veranlassung gibt, — beide Umstände mindern die Anfangsgeschwindigkeit (Schussweite) etc.

Eine der ungünstigsten Eigenschaften des sphärischen im Vergleich zum Langgeschosse bei gleichem Querschnitte ist das geringere Gewicht desselben, welches sein Bewegungsvermögen (seine lebendige Kraft) wesentlich vermindert.

Um den Einfluss ermessen zu können, den das Gewicht und der Durchmesser des Geschosses bei der sphärischen Form desselben auf

die Anfangsgeschwindigkeit, — mithin auf die Ladung und durch dieselbe auf die Metallstärke und Bohrungslänge des Rohres ausübt, — sind die nachfolgenden Daten zu beachten.

Bei der 18pf. eis. Vertheidigungskanone ist bei gleichem Geschossdurchmesser und gleicher Ladung von 5 $^1/_2$ Pfd. Pulver in allongirten Patronen zu $^{17}/_{20}$ Bohrungsdurchmesser; bei der Kugel, mit einem Gewichte von 14 Pfd. 24 Lth., die Anfangsgeschwindigkeit 1630 und die lebendige Kraft 627028 und bei der Hohlkugel, mit einem Gewichte von 9 Pfd. 30 Lth., die Anfangsgeschwindigkeit 1726 Fuss und die lebendige Kraft 473792 Fusspfund. Bei der kurzen eis. 24pf. Batteriekanone ist bei gleichem Geschossdurchmesser und gleicher Ladung von 5 $^1/_2$ Pfd. Pulver in allongirten Patronen zu $^{17}/_{20}$ Bohrungsdurchmesser; bei der Kugel, mit einem Gewichte von 19 Pfd. 22 Lth., die Anfangsgeschwindigkeit 1552 und die lebendige Kraft 758838 und bei der Granate, mit einem Gewichte von 13 Pfd. 15 Lth., die Anfangsgeschwindigkeit 1674 Fuss und die lebendige Kraft 605292 Fusspfund. Bei der 48pf. eis. Küstenkanone ist bei gleichem Geschossdurchmesser und gleicher Ladung von 8 Pfd. Pulver in ausfüllenden Patronen; bei der Kugel mit einem Gewichte von 39 Pfd. 3 $^8/_3$ Lth., die Anfangsgeschwindigkeit 1276 und die lebendige Kraft 1018967 und bei der Hohlkugel, mit einem Gewichte von 30 Pfd. 7 Lth., die Anfangsgeschwindigkeit 1430 Fuss und die lebendige Kraft 988750 Fusspfund.

Aus der vorliegenden Zusammenstellung erkennt man das Abnehmen der Anfangsgeschwindigkeit und das Zunehmen der lebendigen Kraft mit dem Wachsen des Geschossgewichtes, sowohl bei ein und demselben Kaliber als auch bei den 3 angegebenen Kalibern untereinander.

Vergleicht man eine 12pf. Belagerungskanone und eine 18pf. Vertheidigungskanone bei nahe gleicher Bohrungslänge (von 104 und 107″) und gleichem Geschossgewichte (12pf. Kugel und 18pf. Hohlkugel mit 9 Pfd. 30 Lth.) bei gleichem Spielraume (2‴) und bei Anwendung gleicher Ladungen von 4 Pfd. Pulver, so ist bei dem Durchmesser der 12pf. Kugel von 4 $^1/_3$″ die Anfangsgeschwindigkeit 1713 und die lebendige Kraft 466682, bei dem Durchmesser der 18pf. Hohlkugel von 5″ die Anfangsgeschwindigkeit 1603 Fuss und die lebendige Kraft 408671 Fusspfund.

Man sieht hieraus, welch' bedeutenden Einfluss der Durchmesser des Geschosses auf die Anfangsgeschwindigkeit, somit auf die Rohrkonstruktion nimmt.

Bei einem Unterschiede von $^2/_3$″ der beiden oben erwähnten Durchmesser ist die Differenz der Anfangsgeschwindigkeiten 110′, jene der lebendigen Kräfte 58000 Fusspfund. Die Geschwindigkeit würde überdies bei der weiteren Bewegung des Geschosses ausserhalb des Rohres bei der 18pf. Hohlkugel in einem weit grösseren Verhältnisse abnehmen, als bei der 12pf. Kugel. (In Rücksicht auf den Durchmesser der Vollkugel ist bei der Bohrungskonstruktion auch die Ausdehnung desselben im glühenden Zustande mit 0·017 zu beachten.)

Beim Hohlgeschoss ist vorangehend das geringere Gewicht und die Schwerpunktslage desselben zu berücksichtigen.

Bei diesem Geschosse fällt nämlich der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte der Figur nur ausnahmsweise zusammen, und beide liegen zumeist unter der Seelenachse des Rohres. Dieser Umstand ist von bedeutendem Einflusse auf die Bewegung des Projektiles inner- und ausserhalb der

Rohrbohrung und muss auch bei der Konstruktion des Rohres, vorzugsweise mit Bezug auf den Spielraum, berücksichtigt werden. (Wir kommen im Folgenden nochmals eingehender hierauf zurück.)

Das kleinere Gewicht der Hohlgeschosse gegenüber jenem der Kugeln gleichen Kalibers lässt kleinere Ladungen, kleinere Metallstärken, kleinere Bohrungslängen etc. zu; und dies umsomehr, als man bei diesen Projektilen nicht so sehr die Perkussion ihres Auftreffens auf den zu beschiessenden Gegenstand als viel mehr ihre Sprengwirkung auf denselben im Auge hat.

Die Anbringung eines Spiegels, welcher bei diesen Geschossen häufig in Anwendung kömmt, trägt zur Verminderung der Anfangsgeschwindigkeit bei.

Hohlgeschosse sind übrigens nicht nur durch ihr kleineres Gewicht, sondern auch vielfach durch die eben erwähnte Anwendung von Spiegeln etc. bei denselben, von Einfluss auf die Rohrkonstruktion. In letzterer Beziehung kommt auch die Möglichkeit der Annäherung des Geschosses an die Ladung in Betracht zu ziehen.

Die Anbringung einer Zündvorrichtung ist bei der sphärischen Gestalt des Geschosses von minderer Bedeutung.

Die Shrapnels der Kanonen, welche ein, wenn auch nur unbedeutend kleineres Gewicht als die dem Kaliber entsprechenden Vollkugeln haben, können demgemäss bei dem Konstruktions-Entwurfe dieser Geschütze unbeachtet bleiben.

Die oben angeführten Umstände sind bei der Rohrkonstruktion der Kanonen, welche sich vorzüglich auf die Kugel basirt, weit weniger in Betracht zu ziehen, als bei jener der Haubitzen und Mörser.

Bei Haubitzen wäre das Shrapnel von einem grösseren Einflusse auf die Rohrkonstruktion als die Granate, nachdem die letztere nur beiläufig $^2/_3$ des Shrapnelgewichtes hat, allein fürs Erste bleibt hier zu berücksichtigen, dass man die Granate nicht nur auf grössere Weiten zu treiben beabsichtigt, sondern dass von derselben vielfach auch eine grössere Perkussionskraft beim Auftreffen auf das Schussobjekt gefordert wird, endlich dass — und dies besonders bei kurzen Haubitzen — die Ladeweise und andere Rücksichten weit bestimmender auf die Rohrkonstruktion einwirken als das Geschoss.

Bei den Mörsern ist blos die Bombe von Einfluss auf die Konstruktion des Rohres. — Bei der sphärischen Form derselben bedingt ihr Gewicht und ihr Durchmesser in ähnlicher Weise die Form der Verbindung von Flug und Kammer, und die Abmessungen der letzteren bei Mörserrohren, wie die Schwere und Grösse der Granate die Konstruktion der Haubitzbohrung.

Was die bei Kanonen und Haubitzen in Anwendung kommenden Büchsenkartätschen betrifft, so lässt man beim Batteriegeschütze sowohl ihre cylindrische Form als auch ihr grösseres Gewicht unbeachtet; — bei Feldkanonen, wo dieselben eine grössere Anwendung finden, und beabsichtigt wird, verhältnissmässig grössere Distanzen zu erreichen und den Partikeln noch eine entsprechende Perkussion beim Auftreffen zu geben, wird die Pulverladung um $^1/_2$ Pfd. gegen die Kugelladung vergrössert; was bei der Bestimmung der Metallstärke der Feldkanonenrohre nicht unbeachtet bleiben kann.

Die ausser den genannten bei glatten Rohren in Verwendung stehenden Geschosse sind von nur untergeordnetem Einflusse auf die Rohrkonstruktion; und finden daher hier auch keine weitere Beachtung.

Beim gezogenen Rohre.

§. 154. **Einfluss der Ladung bei Geschützen mit Vorderladung.** Der Einfluss der Ladung ist hier ein ähnlicher wie bei Kanonen mit glatter Bohrung, doch kommen beim gezogenen Rohre die Eigenschaften des Triebmittels, wegen des grösseren Gewichtes des Langgeschosses und der seine anfängliche Bewegung verzögernden Einwirkungen in noch höherem Masse zu berücksichtigen als beim glatten Rohre.

Schon im Früheren wurden zum Theile die Ursachen auseinander gesetzt, welche eine Verminderung der Ladung beim gezogenen Rohre bedingen; diese Verminderung ist um so thunlicher, weil die grösseren Gewichte der Langgeschosse ihnen trotz der kleineren Anfangsgeschwindigkeit eine grössere lebendige Kraft zuwenden und sie so befähigen, grössere Distanzen zu erreichen als sphärische Geschosse von gleichem Querschnitt.

Viele von den ersten Versuchen mit gezogenen Rohren und Spitzgeschossen sind theilweise auch dadurch gescheitert, dass man die bis zu jener Zeit übliche sehr grosse, $^1/_4$ bis $^1/_3$ Geschossgewicht betragende Pulverladung beibehielt. Erst als man anfing die Ladung zu vermindern, erhielt man im Vereine mit zweckentsprechenden Konstruktionen annehmbare Schussresultate.

Bei gezogenen Rohren und Langgeschossen ist eine zum Geschossgewichte verhältnissmässig grosse Ladung deshalb nachtheilig, weil durch den nach der Richtung der Rohrachse wirkenden heftigen Stoss der entwickelten Pulvergase das Geschoss veranlasst werden kann, nur diesem Impulse zu folgen und die gewundenen Züge zu überspringen, ohne die gewünschte Rotation anzunehmen. Es werden in diesem Falle entweder die Zapfen oder Leisten des Geschosses gebogen, abgesprengt oder der Geschossmantel abgestreift, abgeschält, oder auch die Felder der Bohrung weggerissen; denn die Rotation des Geschosses kann in Folge der sehr kurzen Zeit der Bewegung im Rohre und des heftigen Stosses nicht so leicht erzwungen werden, als es für die Materie der Geschossleisten und für die Felder der Bohrung wünschenswerth wäre.

Je kleiner der Drallwinkel, oder je grösser die Dralllänge des Rohres ist, desto grösser kann auch die Pulverladung im Vergleiche zu dem Geschossgewichte sein.

Wäre der Drallwinkel 0 Grad, also das Rohr gerade gezogen, so könnte man bei demselben auch die bei glatten Rohren üblichen Pulverladungen von $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Geschossgewichtes anwenden, vorausgesetzt, dass das Geschoss eine feste Führung in der Rohrbohrung habe.

Damit das Geschoss in einer Drallbohrung die drehende Bewegung ohne Beschädigung seines Mantels oder seiner Leisten mit Sicherheit annehme und nicht die Felder der Bohrung ausreisse, oder auf die Wände des Rohres eine nachtheilige Wirkung durch heftige Stösse, Anschläge etc. ausübe, war man bemüssigt, die Ladung je nach der Grösse des Dralles und der Art der Geschossliederung auf $^1/_5$ bis auf $^1/_{10}$ des Geschossgewichtes herabzusetzen.

Bei den Armstrong-Kanonen hat man sogar ein eigenes sehr grobkörniges Pulver angewendet, um während der Zeit, als diese Körner von der Oberfläche aus schichtenweise verbrennen und Gase entwickeln, das Geschoss langsam und sicher in die drehende Bewegung zu überführen.

Bei den Vorderladungsrohren mit Spielraum betragen die grössten in Anwendung stehenden Ladungen ungefähr $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ des Geschossgewichtes.

Die verhältnissmässig grösste Ladung wird bei den Rohren nach Whitworth's System angewendet; sie beträgt je nach der Grösse des Kalibers $^1/_5$ bis $^1/_8$ Geschossgewicht.

Die Anwendung allongirter Patronen bei gezogenen Rohren ist von ähnlichen Konsequenzen auf ihre Konstruktion begleitet, wie jene bei glatten Rohren.

Die bei den österr. Bogenzug-Geschützen in Anwendung kommenden Patronen können auch als allongirte Patronen angesehen werden, indem der Durchmesser des cylindrischen Theiles derselben nur 0·9 des Bohrungsdurchmessers beträgt. (Diese Patronen sind rückwärts halbkugelförmig abgerundet.)

Versuche der französischen Artillerie, welche die bessere Erhaltung der Bohrung gezogener Rohre durch Anwendung einer Hohlladung und bedeutend allongirter Patronen zum Zwecke hatten, waren ohne besonderen Erfolg.

Was die Verwendung komprimirter Ladungen bei gezogenen Rohren betrifft, so bemerken wir hier vorläufig nur das Nachstehende, indem wir im Uebrigen auf den Abschnitt — „Patronen" — verweisen.

Ausgedehnte, seit 1862 dauernde Versuche geschahen mit den nach der Methode des Professors Doremus aus Nord-Amerika komprimirten Pulverpatronen in Frankreich.

Im Allgemeinen besteht das Verfahren bei Erzeugung dieser Patronen darin, dass das gekörnte lose Pulver ohne Anwendung eines Bindemittels in bronzene Formen, deren Lichtendurchmesser etwas kleiner ist als der betreffende Bohrungsdurchmesser, gefüllt und mittelst bronzener genau passender Stempel zu einer kompakten Masse komprimirt wird, wobei man sich für Geschützpatronen einer hydraulischen Presse bedient.

Der Grad des Pressens oder Verdichtens richtet sich nach der Dosirung, Körnergrösse, Dichte und der Quantität des zu komprimirenden Pulvers, muss daher für jede Pulver- und Patronengattung speciell ermittelt werden. In Frankreich hat sich für kleinere Geschützpatronen die Dichte von 1·47, für grössere die Dichte von 1·49 als die zweckmässigste gezeigt. Zum Schutze gegen Feuchtigkeit erhalten die komprimirten Patronen einen Lack- oder Kollodium-Ueberzug. Die in Frankreich mit 4-, 12-, 24- und 30pfd. Geschützen unter Anwendung komprimirter Patronen ausgeführten Schiessversuche sollen günstige Resultate geliefert haben. Auch die Festigkeit der Geschützpatronen soll hinreichend gross sein, und eine gute Konservirung beim Transporte, so wie bei sonst möglichen, selbst ziemlich starken Erschütterungen verbürgen.

Als Vortheile der komprimirten Patronen werden angegeben: Ersparung der Patronensäcke, bessere Erhaltung des Pulvers, etwas grössere Triebkraft und Treffwahrscheinlichkeit, ferner ein leichteres, schnelleres und gleichmässigeres Laden.

Dagegen lassen sich als Nachtheile bemerken, dass man komprimirte Patronen nicht wie die gewöhnlichen überall und mit so einfachen Mitteln erzeugen kann, und dass auch die Verpackung mit mehr Umständlichkeit und Kosten verbunden ist.

Die zerstörende Einwirkung auf die Rohre der Feuerwaffen findet beim Gebrauche komprimirter Patronen in keinem höheren Grade, als bei gewöhnlicher Munition statt.

Zu einer entscheidenden Lösung ist es mit diesem für die Artillerie nicht unwichtigen Probleme in Frankreich noch nicht gekommen.

Die Ladungen der gezogenen Feldkanonen österr. Konstruktion betragen mit Beziehung auf das Hohlgeschoss beim 4- und 8-Pfdr. 0·14 ($^1/_7$); — beim 6- und 12-Pfdr. 0·12; —und beim Schiesswoll-4- und 8-Pfdr., wenn man die den Schiesswollpatronen äquivalenten Pulverpatronen*) in Rücksicht nimmt, 0·1; — endlich beim 3-Pfdr. Gebirgs-Geschütz 0·074 ($^1/_{14}$) des Geschossgewichtes.

Zieht man bei den genannten Geschützen das schwerere Shrapnelgeschoss in die Betrachtung, so ergeben sich die Ladungsverhältnisse derselben beim Bogenzug-4-Pfdr. zu 0·13, — beim 8-Pfdr. zu 0·088; — beim 6- und 12-Pfdr. zu 0·1; beim Schiesswoll-4- und 8-Pfdr. zu 0·098 und beim 3pfd. gez. Gebirgsgeschütz zu 0·065 des Shrapnelgewichtes. Vergleicht man diese Zahlen mit jenen bei glatten Rohren, von gleichem oder ähnlichem Kaliber, so erkennt man, wie ansehnlich hier die Ladungen in ihrem Gewichte gegen jenes der Geschosse herabgesetzt sind; doch müssen dieselben noch immer als genügend gross angesehen werden, da sie den Geschossen eine lebendige Kraft zuwenden, welche die Erreichung der nachstehenden Distanzen zulässt, u. z.:

Beim 3-Pfünder 3000 Schritte,
„ 4- „ 4500 „
„ 6- „ 5000 „
„ 8- „ 5000 „
„ 12- „ 6000 „

Anfangs- und Rotationsgeschwindigkeit der aus 3-, 4- u. 8pf. Bogenzug-Geschützen mit der normalen Pulverladung abgeschossenen Projektile.

Gattung des Geschosses			Gewicht der Ladung Pfd.	Gewicht der Ladung Lth.	Gewicht des Geschosses Pfd.	Gewicht des Geschosses Lth.	Anfangs-Geschwindigkeit in Fuss	Rotations-Geschwindigkeit in Fuss	Zahl der Geschossumdrehungen in der 1. Sekunde	Anmerkung
3	pfündiges	Hohlgeschoss	—	12	5	3	750	119	152	Die Anfangsgeschwindigkeiten wurden mit dem Navez'schen Apparate gemessen, und sind eigentlich die Fluggeschwindigkeiten 90 Fuss vor der Geschützmündung.
4	pfündiges	Hohlgeschoss	—	30	6	15	1054·6	170·	196	
4	pfündiges	Shrapnel	—	30	7	4	983	—	—	
8	pfündiges	Hohlgeschoss	1	21	11	24	1105·6	178	165	
8	pfündiges	Shrapnel	1	21	13	5	1012	—	—	

*) Aequivalente Schiesswoll- und Pulverladungen, d. i. solche, welche einen gleichen ballistischen Effekt hervorbringen, verhalten sich im Gewichte nahezu gegeneinander wie 1 : 2·8, d. h. $^1/_2$ Pfd. Schiesswolle entspricht nahezu 1 $^2/_5$ Pfd. Pulver in der Wirkung auf das Geschoss.

			Bohrgs-dchmssr.	Ladung	Geschoss-gewicht.	Anfgs-gschw.
Bei d. österr.	4-Pfdr.	(System 1863) ist:	3·1″,	0·94 Pfd.,	6·47 Pfd.,	1055′
„ „ franz.	4- „	(Syst. La Hitté) „	3·3″	0·88 „	6·63 „	1130′
„ „ schweiz.	4- „	(System Müller) „	3·2″	1·00 „	7·59 „	1200′
„ „ engl.	9- „	(Syst. Armstrong) „	3·0″	1·12 „	8·95 „	1140′

Bei den in England eingeführten Armstrong-Geschützen kommen die nachfolgenden Anfangsgeschwindigkeiten vor:

Geschützkaliber	6,	9,	12,	20,	40 und	100 Pfdr.
Pulverladung	0·7,	1·1,	1·5,	2·5,	5 „	12 Pfd.
Geschossgewicht	6·5,	8·9,	11·7,	21,	41 „	111 „
Anfangsgeschwindigkeit . .	946,	1140,	1180,	1110,	1160 „	1120 Fuss

Das hiebei in Anwendung stehende Pulver ist grobkörniges Armstrong-Pulver (2—3mal so grosses Korn als das österr. Stuckkorn); bei dem 6-, 9- und 12-Pfdr. sind Segment-, bei den anderen Geschützen massive Geschosse zu Grunde gelegt.

Ein Vergleich dieser Daten führt zu dem Schlusse, dass die Anfangsgeschwindigkeit des österr. 4- und 8pf. Bogenzug-Geschützes, im Hinblick auf die Ladung von nur 0·94 und 1·66 Pfd. als befriedigend angesehen werden muss.

Dass die oben angegebenen kleinen Ladungen, und der Umstand, dass das Geschoss im gezogenen Rohre eine langsamere Bewegung hat als im glatten, eine Verminderung der Bohrungslänge des ersteren zulassen, wurde bereits erwähnt. (Bei dem raschen Verbrennen der Schiesswolle wäre dies um so mehr zu beachten.)

Irrig wäre es jedoch, wenn man wegen der kleineren Ladungen am Verbrennungsraume kleinere Metallstärken in Anwendung bringen würde, weil bei den Hindernissen, welche der fortschreitenden Bewegung des Geschosses beim Beginne entgegengesetzt werden, die Spannung der Gase (und dies besonders bei der Schiesswolle) so sehr zunimmt, dass eine Verminderung der Metallstärke gegen jene der Rohre mit glatter Bohrung gleichen Kalibers unthunlich ist.

Aus der obigen Zusammenstellung der Ladungen erkennt man weiters, dass dieselben bei ähnlich konstruirten Kanonen dem Geschossgewichte proportional sind.

Im Allgemeinen geht aus dem Gesagten hervor, dass der Einfluss der Ladung und jener des Geschosses auf die Rohrkonstruktion in untrennbarer Beziehung sind.

Weiters lässt sich aus dem Vorhergehenden folgern, dass einer gegebenen Ladung auch eine bestimmte Bohrungslänge und Metallstärke, kurz eine bestimmte Rohrkonstruktion am entsprechendsten sein müsse.

Was den Einfluss der bei gezogenen Rohren in Anwendung kommenden Wurfladung betrifft, so kann derselbe nur für gering angenommen werden; — einige Bedeutung gewinnt er bei der Bestimmung der Neigung der Zündloch- gegen die Rohrachse. (Die Wurfladung beträgt beim 3-, 4- und 8-Pfdr. $^1/_{26}$, $^1/_{21}$ und $^1/_{25}$ des Geschossgewichtes.) Im Uebrigen verweisen wir auf den Abschnitt — „Innere Form des Rohres“.

§. 155. Einfluss der Ladung bei gezogenen Kammerladungsgeschützen. Bei Hinterladungsrohren mit Pressionsgeschossen, die einen Bleimantel als Liederung haben, also bei Rohren, bei welchen

B. Armee-
Bibliothek

der Spielraum gänzlich aufgehoben ist, die ihre Projektile daher ohne Spielraum schiessen, und bei welchen demgemäss die Spannung der Gase beim Verbrennungsakt des Pulvers vergleichsweise die grösste ist, müssen nach den oben gemachten Bemerkungen auch die verhältnissmässig kleinsten Ladungen zur Anwendung kommen, wenn diese Geschützrohre — besonders jedoch ihre Verschlussvorrichtung — eine genügende Ausdauer und die sonst geforderten Eigenschaften besitzen sollen. Die Ladungen betragen dem entsprechend beim Schiessen der Hohlprojektile aus Hinterladungsrohren im Allgemeinen auch nur $^1/_{11}$ bis $^1/_{13}$ des Geschossgewichtes.

Diesem Principe ist auch bei österr. Hinterladungs-Rohren Rechnung getragen, indem die Ladungen beim 6-Pfdr. 0·09, beim 12- und 24-Pfdr. 0·08 des Hohlgeschoss-Gewichtes betragen; — und zieht man das Gewicht des Shrapnels in Betracht, so sinken sie bei den genannten Kalibern sogar auf 0·08 und 0·07 des Geschossgewichtes herab.

Diese Ladungen gewähren Schussweiten von 5000 bis 6000 Schritten, wobei die Geschosse noch mit genügender Perkussion auf dem Schussobjekte auftreffen. Die Wurfladung beträgt bei den 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungsrohren 0·087, 0·075 und 0·078 des Geschossgewichtes.

§. 156. Einfluss des Langgeschosses. Die Wirkung des Geschützes lässt sich im Allgemeinen entweder durch eine Vergrösserung des Kalibers, beim Gebrauche sphärischer Geschosse, oder durch die Anwendung von Langgeschossen, wobei selbst eine Verkleinerung des Kalibers eintreten kann, erhöhen.

Der letztere Weg scheint für die Artillerie von erspriesslicheren Folgen zu sein; nämlich: mit Geschützen kleinen Kalibers und mit verminderter Ladung die Trefffähigkeit, Tragweite und Perkussionskraft in dem Grade zu erhöhen, dass sie die Wirkungen grösserer Kaliber erreichen, ohne die geringere Beweglichkeit der letzteren mit in den Kauf nehmen zu müssen. Die Verkleinerung des Kalibers bedingt jedoch nicht nur die Anwendung von Langgeschossen, wenn die Wirkung nicht beeinträchtigt werden soll, sondern auch gezogene Bohrungen, d. i. gezogene Rohre.

Bei Geschützrohren mit glatter Seele ist die sphärische Gestalt der Geschosse die gebotene und dürfte bei diesen Rohren kaum durch eine andere ersetzt werden. — Sphärische Projektile verursachen eine geringere Reibung an der Seelenwand als Langgeschosse und beschädigen dieselbe am wenigsten, — ermöglichen eine grössere Leichtigkeit und Schnelligkeit des Ladens, — eine einfache, gleichmässige und wenig kostspielige Erzeugung, — eine minder schwierige und genauere Prüfung auf ihre Abmessungen, und eine erleichterte Aufbewahrung; — sie gestatten eine in der Schusszahl grössere Ausrüstung der Geschütze, — denselben kann eine grössere Anfangsgeschwindigkeit gegeben werden, wobei sie dem Luftwiderstande unter allen Umständen und bei jeder Rotation eine gleiche Oberfläche darbieten, — ihr Schwerpunkt fällt im Allgemeinen mit dem Geschossmittelpunkte zusammen und es wirkt daher der Luftwiderstand minder ablenkend auf dieselben ein, — schliesslich lassen dieselben den Gellschuss zu, der dem Langgeschosse abgeht. Allein diese Vortheile sind von mannigfachen Nachtheilen begleitet, es entspricht ihre Oberfläche nicht der Kurve des kleinsten Luftwiderstandes, weiters ist die ungleichartige und veränderliche Rotation mit verschiedener Geschwindigkeit und un-

steter Rotationsachse eine ungünstige Eigenschaft der Rundgeschosse, welche die Wahrscheinlichkeit des Treffens nicht unbeträchtlich vermindert, schliesslich erscheinen im Allgemeinen die Vortheile des Langgeschosses als Nachtheile des sphärischen Geschosses und umgekehrt. Langgeschosse behalten bei gehöriger Schwerpunktslage während des Fluges stets ihre primitive durch die Züge ertheilte Spiralbewegung bei, die Längenachse derselben ist dabei tangential zur Flugbahn, sie bleiben daher mit ihrer Spitze nach vorne gekehrt und treffen selbst entfernte Ziele mit derselben, sie vereinigen hiemit eine grosse Treffsicherheit und Perkussionskraft.

Die cylindro-konischen oder cylindro-ogivalen Langgeschosse haben bei Durchschreitung ihrer Flugbahn vermöge der günstigeren Form ihrer Spitze einen geringeren Widerstand der Luft zu ertragen als sphärische Geschosse, und sind gewichtiger, wenn ihr senkrechter Querschnitt auf die Achse mit dem grössten Kreise des sphärischen Geschosses übereinstimmt; dieselben entwickeln daher, obschon ihre Anfangsgeschwindigkeit bei gleicher Ladung geringer ist, bei dem geringeren Verlust an Geschwindigkeit während der Bewegung, auf grosse Entfernungen grössere Geschwindigkeiten und eine grössere Perkussionskraft als Rundgeschosse.

Langgeschosse zeigen ihres grösseren Bewegungsvermögens wegen flachere Flugbahnen und grössere Tragweiten.

Die grössere Masse der Spitzgeschosse, gegen jene der Kugelgeschosse von gleichem Kaliber, besitzt immer ein grösseres Beharrungs-Vermögen in Verfolgung der anfänglich eingeschlagenen Flugbahn, erleidet, wie oben gesagt, einen weit geringeren Geschwindigkeits-Verlust bei flacherer Flugbahn und erreicht sonach die verschiedenen Entfernungen in kürzeren Flugzeiten. Die Spitzgeschosse verfolgen durch ihr grösseres mechanisches Bewegungsmoment unbeirrter ihre Bahnen, und diese fallen stets gleichmässiger und identischer aus. Kugelgeschosse erreichen, bei gleichen Ladungen und unter sonst gleichen Umständen in Rücksicht auf das oben Gesagte, kleine Distanzen früher und grosse später als Spitzgeschosse.

Die Abweichung von der Vertikalebene (Schussebene) ist bei Rundgeschossen wegen der veränderlichen Rotationsachse eine unbestimmte, bei den Spitzgeschossen, die um eine feste Achse rotiren, eine konstante; letzterer kann daher durch die Visirvorrichtung begegnet werden.

Beabsichtigt man den Langgeschossen ein gleiches Bewegungsvermögen wie sphärischen Geschossen von gleichem Querschnitte zuzuwenden, so können die Pulverladungen vermindert werden, und dies um somehr, wenn man in der Lage ist, den Spielraum auf ein Minimum zu beschränken oder ganz aufzuheben. Dieser Umstand ermöglicht gleichzeitig eine Verminderung der nachtheiligen Einwirkung des Triebmittels (der Ladung) auf das Rohr, welche bei gezogenen Geschützen wünschenswerth erscheint. Aus den bis nun zu gewonnenen Erfahrungen lassen sich dem aus gezogenem Rohre abgeschossenen Spitzgeschosse vor dem aus glattem Rohre entsendeten Rungeschosse die nachstehenden Vorzüge zuerkennen:

Vermehrung der Geschossmasse für gleiche Kaliber, — Vergrösserung des mechanischen Bewegungsmomentes, — Verminderung des Luftwiderstandes, — Verringerung des Geschwindigkeitverlustes während der fortschreitenden Bewegung, — Ausdauer in der vorgezeichneten Rotationsbewegung bei vorwärts gewandter Spitze, — Abflachung der Flugbahn, —

Verkürzung der Flugzeiten, — Vergrösserung des Bestreichungsfeldes und Beschränkung der durch Irrungen im Schätzen der Entfernung entstehenden nachtheiligen Einflüsse.

Dies sind die Elemente, aus welchen für die Spitzgeschosse die grössere Tragweite, Trefffähigkeit und Perkussionskraft in Verbindung mit der Verminderung des Rohrgewichtes und daher Steigerung der Manövrirfähigkeit als Produkt hervorgehen. Aus dem vorangehend Gesagten ist zu erkennen, dass nur der Wunsch, die Vortheile der Anwendung von Langgeschossen bei Geschützen zu verwerthen, die Veranlassung gab, der Konstruktion gezogener Geschütze die in der letzten Zeit so grossartigen Bemühungen aller Artillerien zuzuwenden.

§. 157. Bei den gezogenen Rohren wurde das Vollgeschoss fast gänzlich ausgeschieden, einerseits weil es als Spitzgeschoss zu schwer ist, anderseits weil es sowohl gegen Truppen als auch gegen Holz- und Erdwerke durch den Mangel der Sprengwirkung nicht genügenden Effekt hat. Bei diesen Rohren ist jetzt allgemein das Hohlgeschoss als Normalgeschoss eingeführt, und es wirkt gegen Truppen vorzüglich nur durch die Sprengstücke, welche denselben nach dem Auffallen und Bersten des Geschosses entgegengeschleudert werden.

(Die seltenen Fälle, wo sich volle oder starkwandige hohle Spitzgeschosse zur Anwendung empfehlen, werden in dem Abschnitte „Wirkung des Geschosses" — besprochen werden.)

Die Hohlgeschosskartätschen (Shrapnels), welche in Folge der eingeschlossenen kleineren Projektile beim Bersten sehr viele Trümmer und Treffer geben, nehmen bei den Ausrüstungen der Geschütze im Verhältnisse zu den Hohlgeschossen immer mehr zu und dürften in der Zukunft im Feldkriege eine noch ausgebreitetere Anwendung finden.

Obwohl das Shrapnelgeschoss bei gezogenen Rohren im Allgemeinen ein grösseres Gewicht besitzt als das zugehörige Hohlgeschoss, so pflegt man doch die Konstruktion des Rohres auf das letztere zu basiren.

Die Spitzgeschosse haben vermöge ihrer Konstruktion im Allgemeinen bei gleichem Durchmesser oder Kaliber ungefähr ein doppelt so grosses Gewicht als eine Vollkugel; berücksichtigt man dies und die Wirkungsfähigkeit dieser Geschosse, so erkennt man im Hinblicke auf §. 133, dass bei gezogenen Rohren der 3- und 4pfd. Kaliber allen Anforderungen des Gebirgs-, der 4-, 6- und 8pfd. jenen des Feldkrieges, — der 6-, 8-, 12- und 24pfd. jenen an das Batterie-, der 24-, 36-, 48-, 60- und 80pfd. jenen an das Küsten- und Schiffgeschütz genügt. Aus diesen Daten folgt ganz einfach, dass der Kaliber, also auch das Gewicht dieser Rohre gegenüber jenem der glatten Rohre ohne Einbusse an Wirkung bedeutend vermindert werden könne.

Was den Einfluss des Shrapnels bei gezogenen Geschützen auf die Konstruktion des Rohres betrifft, so ist zu beachten, dass wegen des grössten Gewichtes desselben, unter den bei einem Geschützkaliber zur Anwendung kommenden Geschossen, dieses Projektil im Allgemeinen auch von dem grössten Einflusse auf die Rohrkonstruktion sein wird. Berücksichtiget man jedoch, dass bei Shrapnels die Absicht vorliegt, dieselben blos auf kleinere Entfernungen (2000—3000 Schritte) zu treiben, auf welchen sie durch den Sprengeffekt ihrer Partikel zu wirken haben, und dass die Gewichtsunterschiede mit Beziehung auf die entsprechenden

Hohlgeschosse nicht allzu beträchtlich sind, so kann man die Konstruktion des Rohres, wie oben erwähnt, immerhin auf letztere Geschosse basiren, da man beabsichtigt, dieselben auf die grössten Weiten (4000—5000 Schritte), mit genügender Perkussion beim Auftreffen auf dem Zielobjekte, zu treiben.

Die Brandgeschosse sind nach dem Gesagten von nur untergeordnetem Einflusse auf die Konstruktion des Rohres; ein Gleiches gilt von den Büchsenkartätschen, welche an dieselbe blos die Forderung stellen, dass sie gestattet, diese Gechosse bis auf Entfernungen von 400—600 Schritte mit günstigem Erfolge zu schiessen.

§. 158. Gehen wir nun eingehender auf die Beziehungen über, welche zwischen den gezogenen Rohren und den zugehörigen Langgeschossen bestehen.

Bei einmal festgestellten Schussmitteln bieten sich von selbst zwei Wege dar, um die Wirkung der Geschosse zu erhöhen, nämlich: die Vermehrung ihres Gewichtes, womit eine Verminderung ihrer Geschwindigkeit verbunden ist, oder die Verminderung ihres Gewichtes bei gleichzeitiger Vermehrung der Geschwindigkeit.

Bis zu einer gewissen Grenze ist die Gewichtsvermehrung des Geschosses immer vortheilhafter, als die Zunahme seiner Geschwindigkeit, zumal, wenn diese eine gewisse Grösse bereits erlangt hat, indem die Gesetze des Luftwiderstandes es verbieten, dem Geschosse eine bestimmte Grenzen überschreitende Geschwindigkeit zu geben.

Grosse Geschwindigkeiten machen grosse Ladungen und eine grössere Metallstärke nöthig, als dies bei proportional vermehrtem Geschossgewichte der Fall ist.

Es wird daher vortheilhafter sein, das Geschossgewicht auf Kosten seiner Geschwindigkeit zu vermehren.

Dies dürfte durch die Betrachtung der im §. 135 eingeschalteten Tafel erklärlich sein, wenn man berücksichtigt, dass nicht die Anfangsgeschwindigkeiten der Geschosse, sondern die lebendigen Kräfte derselben einen Massstab für ihre Leistungsfähigkeit geben, und dass daher das verhältnissmässig grössere Resultat mit dem Geschosse von grösserem Gewichte und nicht mit jenem von grösserer Geschwindigkeit erreicht werden wird.

Wenn nun aus einer Kanone von demselben Rohr-Gewichte bei nahezu gleicher Ladung und Elevation eine grössere Distanz erreicht werden könnte, als mit einer anderen, so ist es unbestreitbar, dass die dazu angewendeten Mittel eine wesentliche Verbesserung wären; was noch mehr der Fall sein würde, wenn dem Geschosse überdies eine grössere Fluggenauigkeit mitgetheilt werden könnte.

Dies wird durch das Langgeschoss erreicht, — ein Geschoss, bei welchem das Gewicht dasselbe ist, als jenes eines grösseren sphärischen Projektils und der Durchmesser kleiner, daher die Oberfläche, auf welche der Luftwiderstand wirkt, fast so gross sein wird, als jene eines kleineren sphärischen Geschosses, d. i. eines solchen von gleichem Durchmesser mit dem Langgeschosse.

Vergleicht man beispielsweise die 24pfd. lange Batterie- mit der 24pfd. Hinterladungskanone, so sieht man: dass die letztere bei nahe gleichem

Rohrgewichte ($49\frac{1}{4}$ und $51\frac{1}{3}$ Ctr.), gleicher Elevation (7^0 5′ und 7^0 50′), auf die gleiche Schussdistanz (3000 Schritte), mit nahezu der $\frac{1}{2}$ Ladung (7 Pfd. und 3 Pfd. 27 Lth.), ein ungefähr $\frac{5}{2}$mal so schweres Geschoss ($19\frac{2}{3}$ Pfd. und $48\frac{1}{2}$ Pfd.) schiesst.

Verhältnissmässig grössere Resultate können durch den Gebrauch von Rohren erreicht werden, welche Leichtigkeit mit Festigkeit verbinden, wie z. B. von solchen, welche aus Schmiedeisen oder Gussstahl erzeugt sind, jedoch muss in diesem Falle auf mechanische Vorkehrungen Bedacht genommen werden, welche die Rückspielung vermindern und die ungünstige Einwirkung des Rohres auf das Gestelle beim Schusse möglichst begrenzen.

Das Rohrgewicht hängt in vieler Beziehung von der Beschaffenheit (Materie) des Geschosses ab, d. i. ob dieses blos aus Eisen (Geschoss von einerlei Materie; — Eisengeschoss oder Eisenkern mit Warzen, Leisten etc.) oder einer Zusammensetzung aus Eisen und Blei etc. (zusammengesetztes Geschoss; — Eisenkern mit einem weichen Mantel oder Gürtel umgossen) besteht.

In dem letzteren Falle muss das Rohr mehr Festigkeit besitzen und daher schwerer gemacht werden, als im ersteren; denn beim Gebrauche zusammengesetzter Geschosse geht durch den Spielraum kein Pulvergas verloren, es ist daher die Gasspannung, folglich auch die Einwirkung auf das Rohr viel grösser, als beim Gebrauche von blos eisernen Geschossen. —

Die grösste Schwierigkeit, welche sich dem Gebrauche der Langgeschosse entgegengestellt hat, besteht, wie dies bereits wiederholt erwähnt wurde, in der absoluten Nothwendigkeit denselben eine solche Rotation um ihre Längenachse zu ertheilen, damit ihr Flug ein richtiger werde und demnach diese Achse mit der Fluglinie der Geschosse übereinfalle. Ungeachtet der vielen Einwendungen, welche gegen den Gebrauch von komponirten Geschossen erhoben werden, erweiset sich deren Anwendung doch als unvermeidlich, sobald eine grosse Präcision des Schiessens gefordert wird; denn es ist unmöglich, dass homogene Langgeschosse, die ohne Expansion sind, eben so gleichbleibende und richtige Fluglinien beschreiben, weil sie die Bohrung nicht genau ausfüllen und daher nicht gehindert sind, ihre Lage im Rohre nach erfolgtem Abfeuern mehr oder weniger zu ändern. Ihre Schussweite hält daher auch aus demselben Grunde den Vergleich mit zusammengesetzten Geschossen nicht aus.

Langgeschosse blos aus Eisen besitzen gewisse aus der Einfachheit ihrer Erzeugung hervorgehende Vorzüge, aber es ist zu bezweifeln, ob sie aus bronzenen oder selbst aus schmiedeisernen Rohren geschossen werden können, ohne die Bohrungen frühzeitig bis zur Unbrauchbarkeit zu beschädigen. Der Reibung, welche diese Geschosse hervorbringen, werden gusseiserne Rohre noch am besten widerstehen.

Die Reibung des Bleies oder eines sonstigen weichen Metalles auf jede dieser Metallgattungen mag wohl die Bewegung des Geschosses bei seinem Durchgange durch die Bohrung in gleichem oder vielleicht noch höherem Grade verzögern, als bei blos eisernen Geschossen, weil dieselbe bei ersteren über die ganze Bohrungsfläche vertheilt ist; nichts destoweniger müssen blosse Eisengeschosse die Züge bedeutender beschädigen, theils ihrer Härte wegen, theils weil sie nur mit einem Theile der Bohrung in Berührung kommen.

Durch das Versehen der eisernen Geschosse mit Vorsprüngen (Warzen,

Leisten etc.) von Zink oder einem andern weichen Metall kann dieser Uebelstand bedeutend vermindert werden, aber welche Vorkehrungen man immer treffen möge, die Reibung dieser Geschosse wird immer destruktiver auf die Bohrungen wirken, als jene zusammengesetzter Geschosse und in der That sind die Einwirkungen der Reibung der letzteren Projektile auf die Bohrungen weit weniger nachtheilig, als selbst die der Rundgeschosse, zumal bei bronzenen Geschützen.

Was die Form des Geschosses betrifft, so soll diese hier nur in soferne in Betrachtung gezogen werden, als sie auf die Bewegung desselben durch die Drallbohrung, somit auf die Einrichtung der letzteren von Einfluss ist, und keine anderen von äusseren Einwirkungen abhängigen Bedingungen für jetzt ins Auge gefasst werden.

Es ist klar, dass vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, das Geschoss wenigstens an einer Stelle einen solchen Querschnitt haben oder doch anzunehmen im Stande sein soll, welcher dem Bohrungsquerschnitte nahe kongruent ist, also mit jenem zusammenfällt.

Dieser Bedingung können jedoch eiserne Geschosse ohne jedwede Vorbereitung keineswegs genügen, weil sich die Geschosse bekanntlich nicht so genau giessen und überhaupt nicht so genau herstellen lassen, als es hier erforderlich wäre.

(Selbst die im §. 159 beschriebenen Whitworth-Geschosse, welche auf das genaueste erzeugt und der Bohrung entsprechend behobelt werden, dürften der obigen Bedingung nicht vollkommen entsprechen.)

Es ist ferner auch zu bedenken, dass die Bohrung nicht jenen idealen Zustand von Genauigkeit besitzt, wie ihn die Theorie voraussetzt.

Aus dieser Ursache soll das Geschoss an jenen Stellen, wo es mit der Bohrung in Berührung tritt, immer eine kleine Formänderung anzunehmen im Stande sein, mit einem Worte etwas nachgeben können. Dieser Anforderung wird bekanntlich dadurch entsprochen, dass man das Geschoss an den genannten Stellen entweder mit Ansätzen (Warzen, Leisten etc.) oder mit einem Mantel umgibt, welche gewöhnlich aus einem weicheren Metalle, wie Blei, Zink etc. oder aus einer Legirung bestehen, die aus weicheren Metallen: Blei, Zinn, Zink u. s. w. zusammengesetzt ist.

Hiebei kommt in Erwägung zu ziehen, auf welche Weise das Geschoss geladen wird, ob nämlich das Rohr für die Hinter- oder Vorderladung eingerichtet ist.

Bei dem Hinterladungsmodus hat der Ladungsraum gewöhnlich einen grösseren Querschnitt als die Bohrung vor dem Geschosslager. Der Geschossmantel braucht hier keineswegs die genaue Form der Bohrung zu besitzen, sondern kann in den Dimensionen seines Querschnittes etwas grösser gehalten werden. Beim Schusse wird der weiche Mantel mit Gewalt in die Bohrung gezwängt, nimmt die Gestalt derselben vollkommen an, und füllt daher diese ganz aus.

Nicht so ist es bei der Vorderladung. Hier muss zwar der Mantel schon von vornherein eine ähnliche Form wie die Bohrung besitzen — doch jedenfalls muss, des unbeanständeten Ladens wegen, sein Querschnitt kleiner als jener der Bohrung sein — mit einem Worte, es muss ein Spielraum bestehen.

Dass hiedurch der Schusspräcision Eintrag geschieht ist selbstverständlich; der besagte Uebelstand aber bei dieser Ladeart kaum zu umgehen.

In diesem Falle wird bei einer Schraubenbohrung der Querschnitt des Geschosses sammt Mantel ein ähnliches symmetrisches Vieleck, bei einer Polygonalbohrung ein ähnliches Polygon, bei einer Ovalbohrung wird derselbe eine elliptische Fläche, bei Kreisbohrungen mit excentrischen Bogenzügen oder bei Spiralbohrungen aber eine dem Querschnitt der Bohrung ähnliche Fläche bilden.

Bei einer Schraubenbohrung ist das Geschoss statt mit einem Mantel vielfach längs seiner cylindrischen Mantelfläche blos mit Erhöhungen (Leisten) versehen, welche den Zügen der Rohrbohrung entsprechen.

Es ist klar, dass für den Gang des Geschosses diese Leisten nicht immer in der ganzen Länge des cylindrischen Geschosstheiles gebraucht werden. Man kann sie daher in der Mitte ausnehmen, und dieser Vorgang führt auf die Geschosswarzen, Flügel, welche den Zügen entsprechend in die Geschossoberfläche eingefrässt sind.

Bei den zu Hinterladungsrohren gehörigen Geschossen ist der Mantelumguss, wie schon erwähnt, grösser als der Bohrungsquerschnitt, und deshalb werden auch die Mäntel bei dem Durchgange durch die Bohrung an dieselbe ringsherum angepresst. Hieraus entspringt auf alle Punkte des Umfanges ein nach der Richtung der Halbmesser wirkender Druck, nebst jenem tangentiellen, welcher aus dem Dralle entsteht.

Damit durch beide Drücke die Geschossgeschwindigkeit nicht zu sehr beeinträchtigt werde, muss die Pulverladung angemessen geregelt werden.

Der Mantel muss aus einem weichen nachgiebigen Metalle, Blei etc. bestehen, damit beim Einschneiden desselben in die Bohrung, kein zu grosser Widerstand stattfindet, der Mantel also die korrespondirende Form der Bohrung leicht annehmen kann.

Das Anpressen an die Bohrungswand, obwohl immer die Bewegung verzögernd, hat jedoch den Nutzen, dass der Mantel ringsum auf den Eisenkern gepresst, und dadurch vor Beschädigungen, insbesondere vor dem Zerreissen und Abschälen besser bewahrt wird, wie dies bereits vorangehend erwähnt wurde.

Bei Geschossen, die von vorne geladen werden, also einen Spielraum haben müssen, findet bei einer Polygonal- oder Spiral-Bohrung, ferner bei Bohrungen mit spiralen oder excentrischen Zügen, ein ähnliches Aufdrücken der Mäntel auf die Eisenkerne an jenen Stellen statt, an welchen das Geschoss beim geraden Fortgange in engere Theile der Bohrung getrieben wird.

Es ist wahr, dass das Anpressen die Mäntel mehr vor dem Zerreissen schützt; es stellt sich hiebei jedoch ein anderer Nachtheil besonders bei weichen Mänteln ein, nämlich der, dass sie deformirt werden, weil selbe dem Drucke an die Bohrung leicht nachgeben. Da die Führung des Geschosses bei deformirtem Mantel mangelhafter wird, und rückwirkend wieder zu einem stärkeren Zusammendrücken des Mantels beiträgt, so können diese schädlichen Einflüsse, die sich gegenseitig steigern, ein Einklemmen des Geschosses in der Bohrung herbeiführen, wenn an den betreffenden Stellen die hindernden Theile des Mantels nicht hinweggeschärft werden.

Harte Mäntel drücken sich nicht so leicht ein, aber sie geben zu wenig nach, und vergrössern die Reibung in erheblichem Masse.

Durch das gegenseitige Aneinanderpressen von Mantel und Bohrung leidet aber auch die letztere, indem sie deformirt, und sich — insbesondere bei Bronzerohren — allmälig erweitern wird. Bei der Keilbohrung suchte

man diesem Uebelstande durch die Gegenzüge zu begegnen. Die Bohrung mit excentrischen Kreisbogenzügen österreichischer Konstruktion ist von diesen Mängeln frei.

In einer gewindartigen Bohrung erhält das Geschoss zwar eine bessere Führung als in Polygonal- oder Ovalbohrungen; allein die Kraft, die hier tangential an den Leistenkanten in einem ziemlichen Abstande vom Mittelpunkte wirkt, hat ein grosses Moment. In diesem Falle hat der Mantel viel zu leiden, besonders dann, wenn die Leisten nicht völlig genau in die Züge passen, und zwischen beiden irgend eine Hemmung stattfindet. Ein Zerreissen und förmliches Abschälen des Mantels vom Geschosse ist nicht selten die Folge hievon.

Um derlei Sperrungen der Leisten in den Zügen vorzubeugen, bringt man dieselben, wie oben gesagt, nicht nach der ganzen Länge des Mantels an, sondern unterbricht sie, ja man lässt den ganzen Mantel hinweg, und ersetzt die Leisten durch Warzen, welche mit den Zügen korrespondiren.

Dieser Nothbehelf gewährt jedoch, wie dies bei der Besprechung der Zugprofile erörtert wurde, keine völlig gesicherte Führung des Geschosses, und die Schusspräcision, welche durch das gezogene Rohr angestrebt wird, erleidet nicht selten einen erheblichen Abbruch.

Das Schlottern des Geschosses und die Anschläge desselben an die Bohrungswände ziehen schon im Rohre Unregelmässigkeiten in der Bewegung des Geschosses nach sich, welche sich gewöhnlich nach dem Austritte aus dem Rohre noch mehr steigern. —

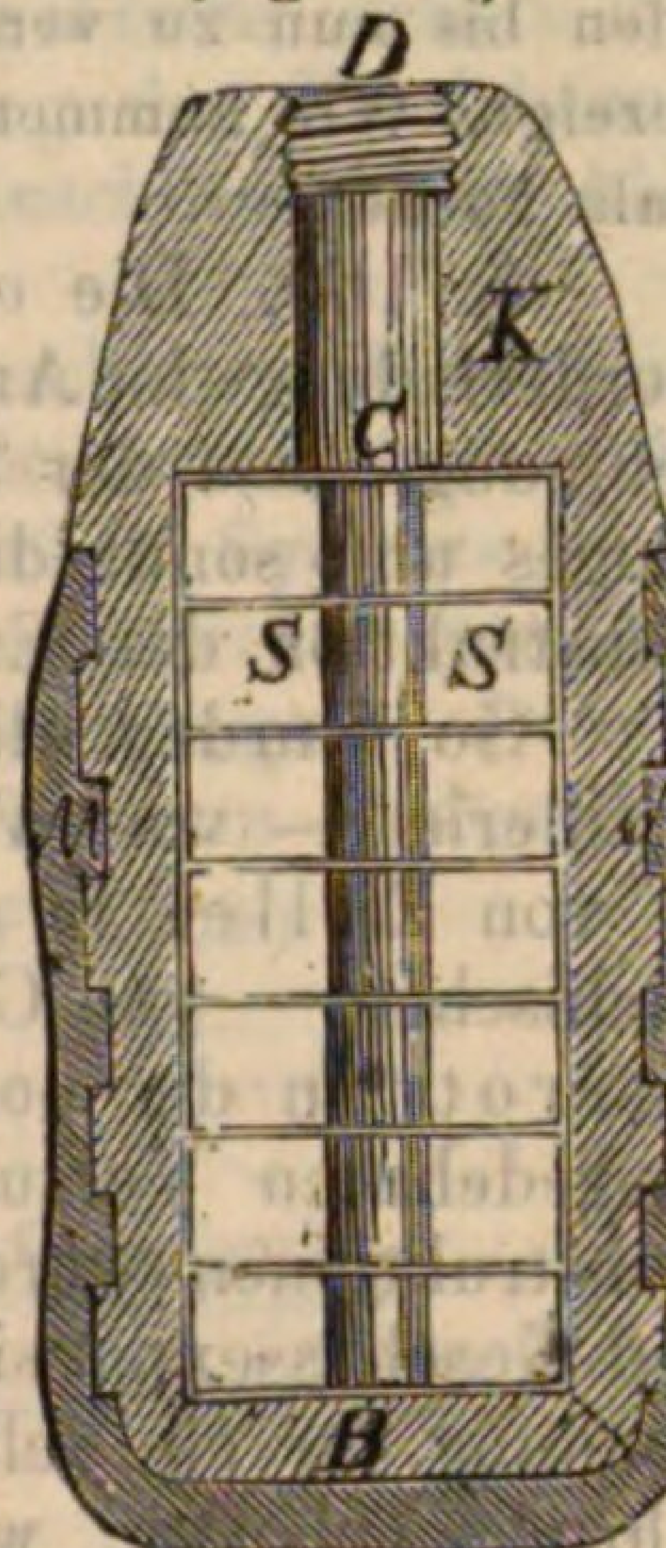
Wir führen hier die schon im J. 1853 und später im J. 1857 abgegebenen Erklärungen einer Versuchskommission des französischen Artillerie-Komité's, über die Anwendbarkeit von Langgeschossen überhaupt und von Warzengeschossen insbesondere an, welche sich auf den vorliegenden Gegenstand beziehen.

Die komparativen Schiessresultate (1850 zu Vincennes und 1851—1853 zu La Fère) mit bronz. Gribeauval'schen 6pfd., mit 3 und 6 Zügen nach Kapitän Tamisiér's Angaben versehenen Geschützen und der 12pfd. Haubitzkanone führten zu folgenden Schlussfolgerungen:

„Sowohl in Bezug der Schussrichtigkeit als auch der Portée zeigen die Langgeschosse entschiedene Vortheile vor Rundgeschossen, dabei geben cylindro-ogivale Geschosse bessere Resultate als cylindro-konische." — Der Ausspruch derselben Kommission über die Versuche mit gezogenen Feld- und Gebirgskanonen mit Vorderladung lautet: — „Sämmtliche vorausgegangenen Versuche (bis z. J. 1857; — grösstentheils zu La Fère unter dem Präsidium des Oberstlt. Treuille) gaben zu erkennen, dass der Einfluss der Gestalt der Flügel beim Schiessen von Langgeschossen im Uebrigen unbedeutend ist, wenn diese eine hinlängliche Widerstandsfähigkeit besitzen, um dem Geschosse die Rotation beibringen zu können, und wenn ferner die Neigung der Seiten jener der Führungsflächen entspricht, um während des Durchganges durch das Rohr mit einer ziemlich breiten Oberfläche an letzteren zu streifen." —

§. 159. Ausser den bei der Besprechung des Zugprofiles gezogener Rohre erwähnten Geschossen, und den dort niedergeschriebenen Bemerkungen über den Einfluss derselben auf die Bohrungs-Konstruktion, sind noch die Geschosse der englischen Ingenieure Armstrong und Whitworth, sowie die Expansions- und Kompressions-Geschosse hinsichtlich ihrer Beziehungen zum Geschützrohre erwähnenswerth.

(Fig. 151.)



Das von Armstrong konstruirte Spitzgeschoss, Fig. 151, kann als Voll-, Hohl-, Shrapnel- oder Kartätsch-Geschoss gebraucht werden, und gestattet demnach die grösste Einfachheit in der Ausrüstung der Geschütze. Es hat ungefähr den dreifachen Bohrungsdurchmesser zur Länge; wiegt nahe viermal soviel als eine massive Kugel von gleichem Durchmesser, und besteht aus einem eisernen Kerne *K*, der mit einer bestimmten Zahl (beim 12-Pfdr. beispielsweise mit 48) gusseiserner Segmente *S*, *S* gefüllt, und mit Blei derart umgossen ist, dass innen eine Kammer *B C* für die Sprengladung (Sprengladungröhre) und aussen ein Mantel *M* entsteht, der in seiner Längenmitte dünner als an den Enden ist, und dadurch die Führung in den Zügen des Rohres erleichtert. Vorn ist das Geschoss mit einem Mundloche *C D* zur Aufnahme eines tempirbaren Zünders, nach Breithaupt'scher Einrichtung versehen, der zugleich mit einer Perkussions-Vorrichtung verbunden ist, und daher nach Umständen als Zeit- oder Perkussions-Zünder verwendet werden kann.

Diese Geschosse, welche für die englischen Hinterladungsrohre gebraucht werden, dürften ihren mehrfachen Zwecken kaum genügen, worauf wir bei der Besprechung der Geschosse zurückkommen. Die Segmentgeschosse äussern ihren Einfluss auf die Rohrkonstruktion in ähnlicher Weise wie Pressionsgeschosse überhaupt, nur ist ihre beträchtliche Länge und ihr verhältnissmässig grösseres Gewicht nicht ohne Einfluss auf den Drall und die Metallstärke des Rohres.

(Fig. 152.)



Das gusseiserne Langgeschoss von Whitworth, Fig. 152, hat ungefähr den 4fachen Durchmesser zur Länge, endet vorn in eine ovale Spitze und rückwärts in einen abgestutzten Konus mit einwärts gewölbtem Boden. Der mittlere Theil ist prismatisch und nach dem Dralle des Rohres gewunden; er entspricht in seinem Querschnitte der Bohrung, in welche er mit 2^{IV} Spielraum passt. Die Kanten des prismatischen Theiles sind entsprechend abgerundet. Die schiefgewundenen Seitenflächen *a* des mittleren Theiles werden nach dem Gusse des Geschosses mittelst selbstwirkender Maschinen so genau geschnitten (gehobelt), dass man beispielsweise das 3pfd. Geschoss durch einen starken Schlag mit der Hand auf die rückwärtige Fläche bei etwas erhobenem Bodenstücke von dem rückwärtigen Ende des Hinterladungsrohres bis zur Mündung bewegen kann.

Diese Geschosse gestatten einen sehr kleinen Spielraum, fordern dagegen einen starken Drall und bei den dabei zur Anwendung kommenden grösseren Pulverladungen auch eine beträchtliche Metallstärke nächst dem Verbrennungsraume. Anderseits nützen sie die Bohrung nur wenig ab, und lassen auch den Modus der Vorderladung des Rohres zu.

Besonders bemerkenswerth ist die grosse Länge dieser Geschosse, welche zum Theile auch den starken Drall des Rohres bedingt.

Die massiven Langgeschosse Whitworth's (von ähnlicher Gestalt, nur

an beiden Enden abgeplattet) aus homogenem Metall gegossen, haben von allen bis nun zu versuchten Projektilen den besten Effekt gegen Eisenpanzer gezeigt. Wir kommen auf dieselben bei der Besprechung der Geschosse nochmals zurück.

§. 160. Die ersten Bemühungen, Langgeschosse bei Geschützen mit Vorderladung in Anwendung zu bringen, führten gleich auf die Wahrnehmung, dass der Spielraum bei gezogenen Bohrungen die Stetigkeit des Fluges und somit die Schussrichtigkeit wesentlich beschränke; — was zur Konstruktion der Expansions- und Kompressionsgeschosse führte.

So wurden die Systeme von Reichenbach in der baierischen Artillerie — von Whitworth, Jeffery und Anderen in der englischen — von Zöller in der württembergischen — von Lorenz in der österreichischen — von Charrin und Timmerhans in der belgischen — von Parrott in der nordamerikanischen Artillerie u. s. f. mehr oder minder ausgedehnten Versuchen unterzogen. Durch keine der vorbeschriebenen Konstruktionen wurde indessen die Frage des Princips der Vorderladung und Geschossexpansion für Geschütze so genügend gelöst, dass dessen Anwendung für ein selbstständiges System zur dauernden praktischen Einführung gelangte, wie es gegenwärtig der schweiz. Artillerie durch die Idee des Obersten Müller gelungen ist.*) Wir widmen diesem System

*) Obwohl auch das Geschütz-System des Stückgiesserei-Direktors Parrott in Amerika eine ausgebreitete Anwendung gefunden hat, so lässt dasselbe mit Bezug auf das Geschoss doch noch Manches zu wünschen übrig.

Die Kanonen des Parrott-Systems sind gezogene Vorderladungsgeschütze aus Gusseisen und am Bodenstücke, nächst dem Ladungsraume, durch einen Ring aus Schmiedeisen verstärkt. Gegenwärtig erzeugt Parrott 7 verschiedene Kaliber, u. z.: 10-, 20-, 30-, 60-, 100-, 200- und 300-Pfünder. Die 10- und 20-Pfdr. sind Feld-, die übrigen Belagerungs, Festungs- und Marine-Geschütze. (Der 60-Pfdr. besteht erst im Projekte.)

Die bei diesen Geschützen in Anwendung kommende Munition besteht im Wesentlichen, u. z.:

Beim	10-Pfdr.	aus	10pf. Voll-,	8pf.-Hohlgeschossen,	Shrapnels u. Schrotbüchsen	mit	1	Pfd. Pulverladung.
„	20 „	„	20 „ „	18 „	„	„	2	„ „
„	30 „	„	30 „ „	25 „	„	„	$3^{1}/_{4}$	„ „
„	100 „	„	100 „ „	80 „	„	„	10	„ „
„	200 „	„		160 „	„	„	15	„ „
„	300 „	„		250 „	„	„	25	„ „

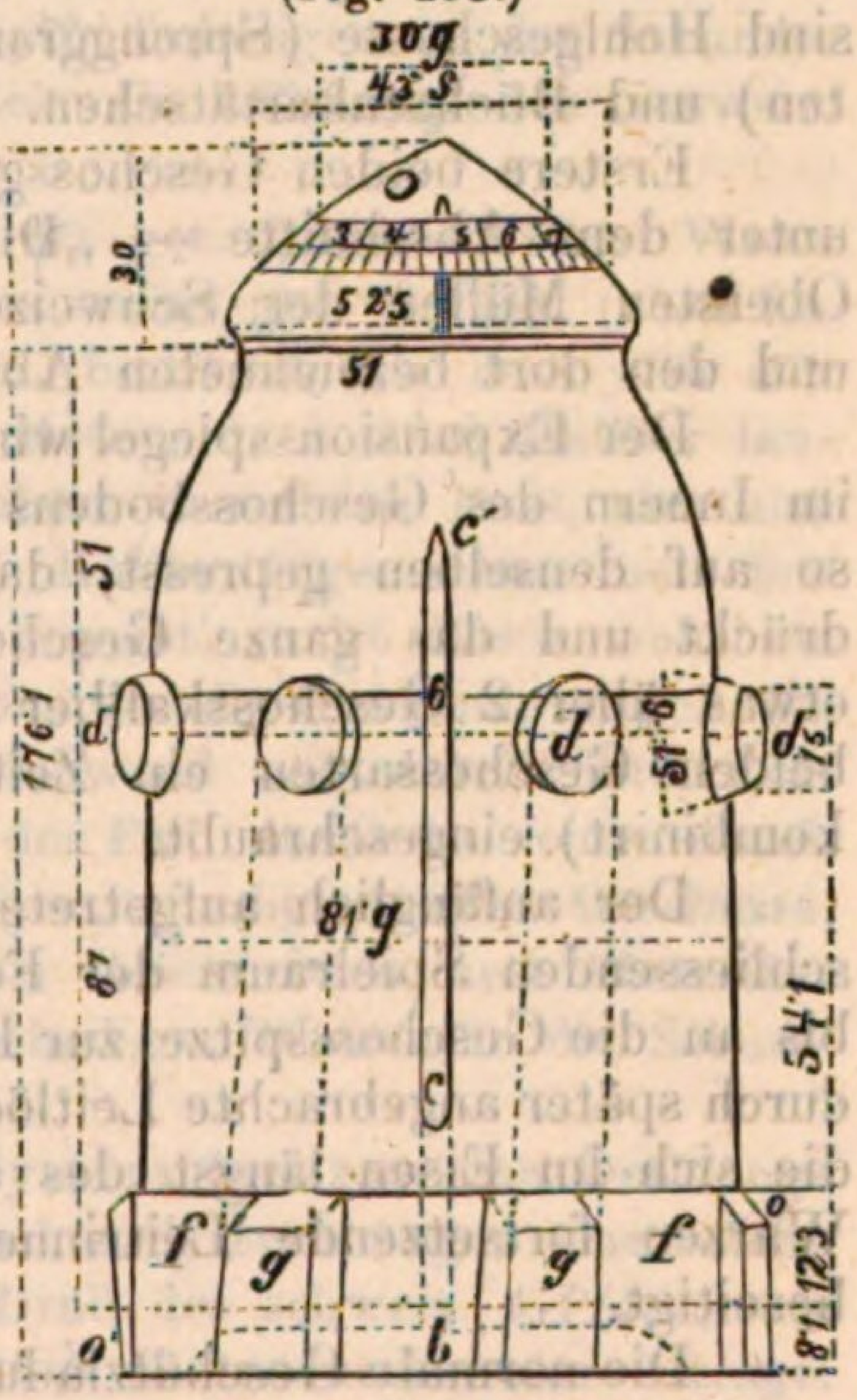
Die Geschosse sind eiserne Expansiv-Projektile von cylindro-ogivaler Form und fast 3 Kaliber Länge. Der untere Theil des Projektiles bildet einen nahe 1·9" hohen, mit einer Rinne versehenen Hals, welcher von einem weichen kupfernen Ringe vollkommen umgeben ist, der sich daher nicht vom Geschosse ablösen kann. Die bei der Explosion der Ladung zwischen das Geschoss und den Ring eindringenden Pulvergase zwingen den letzteren, sich in die Züge zu schmiegen und die Rotation des Projektiles hervorzurufen. Diese Geschosse haben einen dem preussischen ähnlichen Perkussionszünder.

Diesem Geschütz-Systeme wird unter andern vorgeworfen, dass die Geschosse in der Rohrbohrung keine vollständige Führung erhalten, wodurch Geschossanschläge entstehen, die theils die Treffsicherheit des Geschützes beeinträchtigen, theils den frühzeitigen Ruin der Rohre herbeiführen. Parrott half diesem Uebel theilweise ab, indem er die ober dem Ringe befindliche Cylinderfläche des Geschosses mit einer Hülse von weichem Metalle umgab. Aber selbst die Ausdehnung des Kupferringes scheint Schwierigkeiten zu bieten, da der Bedienungs-Mannschaft ein eigenes Instrument übergeben wurde, mittelst dessen sie den Ring vor dem Laden ein wenig zu lüften hat — eine jedenfalls gewagte Manipulation, da es geschehen kann, dass, bei dem geringen Spielraume, in Folge zu grosser Lockerung des Ringes

eine eingehendere Betrachtung, weil es das einzige ist, welches als vorzüglich bezeichnet werden kann und bis nun zu eine grössere praktische Anwendung erhalten hat; indem wir die Besprechung der Einrichtung der oben erwähnten Expansions- und Kompressions-Geschosse dem Abschnitte — „Die Geschosse“ — vorbehalten.

Die ersten grösseren Versuche mit bronz. gez. Geschützen fanden in der Schweiz im J. 1860 während der zu Thun abgehaltenen Centralschule statt und zwar mit solchen nach dem rein französischen Systeme (La Hitté) und mit solchen nach einem von dem Obersten Müller projektirten Systeme, wobei das Letztere bessere Resultate ergab. Dieser Konstrukteur erzielte diese Vervollkommnung durch einen am Boden des französischen Warzengeschosses angebrachten bleiernen Expansions-Spiegel von cylindrischer Form, Fig. 153, *o o*, welcher an seinem äusseren Umfange *f f* statt der hinteren 6 Warzen *d* nach dem Dralle der Züge korrespondirende Längenansätze *g g* angegossen, und an seiner Basis eine konvexe Vertiefung erhielt, sich durch den Stoss der erzeugten Pulverkraft an die Felder und in die Züge der Geschützbohrung drängt und dem Geschosse eine sichere Führung verleiht.

(Fig. 153.)



Diese Expansionspiegel sprangen zwar anfangs zeitweise vom eigentlichen Geschosskörper ab, wodurch bedeutende Längen- und Seitenabweichungen zum Vorschein kamen; dieser Uebelstand verschwand aber durch eine später erzielte engere und ganz solide Verbindung zwischen Spiegel und Geschosskörper gänzlich.

Der schweizerische Bundesrath erklärte in Folge der Anträge der Artilleriekommission, an deren Spitze sich der Oberst-Artillerieinspektor Hans Herzog befand, in dem am 28. Juni 1861 an die Bundesversammlung erstatteten Berichte, dass das Müller'sche System bei den vorzüglichen Resultaten der nach jeder Richtung hin unternommenen Versuche als hin-

das Geschoss gar nicht in's Rohr zu bringen ist. Als weiterer Beweis, dass die von Parrott angestrebte Expansion des Geschosses durch die erwähnte Einrichtung desselben nicht vollständig erreicht ist, dient, dass die Unions-Regierung zur Erreichung dieses Zweckes durch Andere Versuche machen liess. So entstanden die Projektile des Admirals Dahlgren, der Herren Hotckkiss, James, Sawyer und Schenkl. Wir kommen in dem Abschnitte — „Geschosse“ — auf die Einrichtung der vorgenannten Projektile zurück.

Uebrigens wollen wir hier bemerken, dass auch die Grösse der Expansion ihre Grenze findet, denn in dem Masse, als eine grössere Expansion des Projektiles erreicht wird, nimmt auch der Widerstand zu, den dasselbe der Ausdehnung der Pulvergase entgegen setzt, und zwar umsomehr, je grösser der Kaliber, und je grösser die Pulverladung ist. Die Expansion des Geschosses kann sonach selbst jene Grenze erreichen, welche eine gefährliche Wirkung auf das Geschütz hervorruft, wie schon mehrfache Versuche in England, Amerika, ja selbst einer unserer Artillerie gezeigt haben.

reichend erprobt und als zur Einführung reif angesehen werden könne, wonach von der Regierung die Errichtung von zwölf 4-Pfdr.-Feldbatterien zu je 6 gezogenen Geschützen dieses Systems beschlossen und zur Herstellung der erforderlichen Rohre, Laffeten, Wagen und Munition geschritten wurde, welches Kaliber zugleich die Basis der künftigen schweizerischen Feldartillerie zu bilden habe.

Die Bohrungskonstruktion dieser Geschütze wurde bereits im Früheren („Züge — Felder — Zugprofil", §. 84) berührt.

In der Folge wurden die bestehenden 6- und 12-Pfdr. ebenfalls im Sinne dieses Princips abgeändert. (Siehe Anhang — „Schweizer Artillerie.") —

Die für die gez. 4- und 6-Pfdr.-Kanonen eingeführten Geschossarten sind Hohlgeschosse (Sprenggranaten), Shrapnelgeschosse (Kartätschgranaten) und Büchsenkartätschen.

Erstere beiden Geschossgattungen sind Expansivgeschosse nach einer unter dem Abschnitte — „Die Geschosse" — näher angegebenen, vom Obersten Müller der Schweizer-Artillerie vorgeschlagenen Konstruktion, und den dort bezeichneten Abmessungen. (Siehe Fig. 153.)

Der Expansionsspiegel wird angegossen mittelst Vertiefungen, die sich im Innern des Geschossbodens erweitern, fest mit diesem verbunden und so auf denselben gepresst, dass er sich um 1·5 Millimèter zusammendrückt und das ganze Geschoss die geforderte Länge erreicht, welche etwas über 2 Geschosskaliber beträgt. An der Geschossspitze wird bei beiden Geschossarten ein Zeitzünder (Bormann-Breithaupt'sche Zünder kombinirt) eingeschraubt.

Der anfänglich aufgetretene Uebelstand, dass bei dem sich gänzlich schliessenden Spielraum der Feuerstrahl der Pulverladung verhindert war bis an die Geschossspitze zur Entzündung des Zünders vorzudringen, ward durch später angebrachte Leitlöcher *b c* durch den Expansionsspiegel und die sich im Eisen längst des cylindrischen Geschosstheiles zwischen zwei Warzen fortsetzende Leitrinne *c c'*, welche den Gasdurchzug gestattet, beseitigt.

Die normale Geschützladung ist für den Hohlgeschoss- und Shrapnelschuss beim 4-Pfdr. 1 wien. Pfd. = 562·5 Grammes und beim 6-Pfdr. 1 Pfd. 3·6 Lth. = 625 Gr. Geschützpulver eckiger Körnung, was zwischen dieser und dem Geschossgewichte ein Verhältniss von 7·5 : 1 und 9·5 : 1 gibt. —

Für den Hohlgeschosswurf beim 4-Pfdr. beträgt die Ladung nur 7·1 wien. Lth. = 125 Gr. Patrone und Geschoss sind nicht mit einander verbunden. Das Abfeuern findet mittelst Friktionsbrändchen statt.

Was den Einfluss der Müller'schen Expansionsgeschosse auf die Konstruktion des Rohres betrifft, so ist vorangehend zu bemerken, dass dieses System die Gebrechen der Hinterladungsrohre (d. i. die Uebel eines rückwärtigen Verschlussmechanismus, — das Abstreifen und Beschädigen des Geschossmantels, — das Verbleien der Züge, — die Forderung einer vorzüglich dressirten Bedienungsmannschaft, um die Ladefunktionen zu beschleunigen etc.) vermeidet, ohne mit den Vorderladern den Mangel einer vollständigen Liederung zwischen Geschoss und Seelenwand zu theilen (indem es den Spielraum vollkommen aufhebt).

Die grössere T i e f e d e r Z ü g e an der Führungsfläche soll dem Ge-

schosse, nachdem sich der Expansionsspiegel durch die Wirkung der Gase in dem Bestreben, die Züge vollständig auszufüllen, an diese Fläche drückt, eine sichere Anlehnung mit den Ansätzen und eine verlässliche Führung verleihen.

Der Anschluss des Geschosses an die Seelenwand erstreckt sich hier nur etwa auf den fünften Theil der cylindrischen Geschossoberfläche, was im Vergleiche zu Hinterladungs-Pressionsgeschossen eine geringere Reibung, daher eine grössere Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses bedingt.

Unter fast gleichen Ladungsverhältnissen zeigt:

der Müller'sche	4-Pfdr.	eine Anfgsgeschw. v.	1202·2	wien. Fuss	= 380 Mèter.
„ Armstrong'sche	12- „	„ „	„ 1040·9	„ „	= 329 „
„ La Hitté'sche	4- „	„ „	„ 1132·6	„ „	= 358 „

Die mittlere Rotationsgeschwindigkeit entspricht beim schweiz. 4-Pfdr. nahe 120; beim La Hitté-4-Pfdr. 103 Umdrehungen in der Sekunde.

Die Konstruktion des Rohres lässt auch die Wirkung des schweiz. 4-Pfdrs. als Wurfgeschütz zu.

Die Dralllänge (97·7″) ist diejenige des gez. franz. 4-Pfdrs. Wenn es nach den Versuchen, welche in Russland aus einem gez. 4-Pfdr. (nach La Hitté) mit dem obigen Dralle gemacht wurden, bestimmt ist, dass sich mit dem dort später eingeführten 131·4″ = 3·46 Mèter, d. i. 39·8 Kaliber langen Dralle eine grössere Tragweite und Treffsicherheit erzielen lässt, sich also die Dralllänge des franz. 4-Pfdrs. von 29·5 Kaliberlänge schon bei dem Principe ohne Geschosseinpressung als zu kurz erweist, so ist dieses wohl um so mehr bei dem Principe der Geschossexpansion, wo die Geschosse durch die letztere in ähnliche Verhältnisse mit der Seelenwand wie durch ihre Einpressung bei Kammerladungsgeschützen treten, der Fall, damit bei einer durch den kurzen Drall bedingten grösseren Winkelgeschwindigkeit der Geschosse, nicht die Oscillationen dieser vermehrt, und ein Ueberreissen und Abstreifen der weichen Geschossumhüllung nicht in nachtheiliger Weise für die Schusssicherheit befördert werde.

Die Geschütze des Armstrong'schen Systems besitzen eine Dralllänge von 38fachem, diejenigen des Wahrendorff'schen Systems sogar eine solche von 53fachem Seelendurchmesser, während der Drall des schweiz. 4-Pfdrs., wie der des franz. Rohres gleichen Kalibers nur 29·5 Seelendurchmesser beträgt. Der franz. Oberst Thiroux will für die bronz. Rohre die Grösse der Dralllänge auf das 56- bis 58fache und der Engländer Haddan für die gusseis. Rohre sogar auf das 59fache des Seelendurchmessers festgesetzt wissen, und dieselbe mit dem Geschütz-Kaliber bis auf das 100fache steigern. Berücksichtigt man indessen, dass es, um die Derivation der Geschosse zu verkleinern, immer als rathsam erscheinen muss, dem Geschosse eine möglichst rasche Rotation um seine Längenachse zu verschaffen, so darf die Dralllänge eine gewisse Grenze nicht überschreiten.

Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt aber, wie im Vorhergehenden bei der Besprechung des Dralles erwähnt wurde, bei übrigens gleichen Verhältnissen, mit der Dralllänge ab, und sie verhält sich bei ungleicher Anfangsgeschwindigkeit zu dieser wie der Umfang der Seelenbohrung zur Dralllänge, weil jeder Punkt am Umfange des Geschosses eine ganze Umdrehung vollbringt, während er die ganze Dralllänge in seiner Vorwärtsschreitung durchläuft. Die Rotationsgeschwindigkeit bestimmt sich demnach aus der Anfangsgeschwindigkeit und aus der Dralllänge, wobei die letztere mit der ersteren proportionirt sein muss, so dass eine geringe Anfangsgeschwindigkeit eine

kürzere, und eine grosse Anfangsgeschwindigkeit eine grössere Dralllänge erfordert. Beim Müller'schen 4-Pfdr. beträgt die Geschützladung zwischen $^1/_7$ bis $^1/_8$ Geschossgewicht, wie bei den Geschützen der Systeme Cavalli, Armstrong und La Hitte; dieselbe ist daher verhältnissmässig grösser als beim Wahrendorff'schen Systeme. Diesem entsprechend ist die Dralllänge des Müller'schen 4-Pfdrs. der normalen Geschützladung angemessen, und es zeigt sich, dass das Geschoss dieses Geschützes schon eine grössere Umdrehungsgeschwindigkeit als die Geschosse der Armstrong'schen und der La Hitte'schen Geschütze, und sogar eine dreimal grössere als die Geschosse der Wahrendorff'schen Geschütze besitzt.

Diese Betrachtung lässt erkennen, dass die gewählte Dralllänge von 97·7″ immerhin als entsprechend angesehen werden kann.

Betrachtet man die Anzahl der Züge, so zeigt sich, dass der Stoss, welchen die Züge auf ihren tieferen Führungsflächen von den Ansätzen des gerade vorwärts getriebenen Geschosses zu erleiden haben, und nach dem stärkeren oder geringeren Dralle mit mehr oder minderer Kraft auf die Geschossansätze übertragen wird, je an den vorderen und den hinteren Ansätzen auf 6 Punkte vertheilt ist. Bei mehr Zügen würde an den vorderen Ansätzen, wo noch keine Liederung zwischen Geschoss- und Seelenwand stattfindet, die in den Zügen erlittene Reibung nur vergrössert werden, während an den hinteren Ansätzen, wo sich das Geschoss durch die Expansion des Bleispiegels in die Züge und an die Felder hermetisch anschliesst, also in den Verhältnissen eines eingepressten Geschosses befindet, eine vermehrte Zugzahl nur vom Uebel wäre. Bei dem Vorhandensein von nur 6 Zügen war es möglich denselben eine solche angemessene Breite zu geben, dass einerseits die Geschossansätze die genügende Stärke erhielten, damit sie nicht schon bei ihrem ersten Stosse an die Führungsflächen der Züge beschädigt werden, und bei den Oscillationen im Rohre oder bei den Bestrebungen zum Ueberspringen der Züge abbrechen, und anderseits die spiralen Leisten, welche die Felder in der Bohrung des Rohres bilden, die erforderliche Breite besitzen, um Rohrbeschädigungen vorzubeugen. Der heftige Stoss, wie er bei den Kammerladungsgeschützen der Systeme Wahrendorff und Armstrong durch das Einpressen des Geschosses aus der Kammer in den engeren gezogenen Theil der Bohrung erzeugt wird und vielfach die Ursache der Beschädigungen der Züge und des Abstreifens des Bleimantels ist, ist hier beseitigt; denn statt dass sich die Felder des Rohres wie bei diesen beiden Systemen in die weiche Geschossumhüllung eindrängen, füllt bei dem Systeme Müller die letztere durch die erlittene Expansion nur einfach die Züge aus, so dass die vorderen Geschossansätze und die sich am Expansionsspiegel ausdehnenden kurzen Spiralleisten (hinteren Geschossansätze) nur den geringen Stoss zu überwinden haben, welche ihnen die Windung der Züge an den Führungsflächen entgegensetzen.

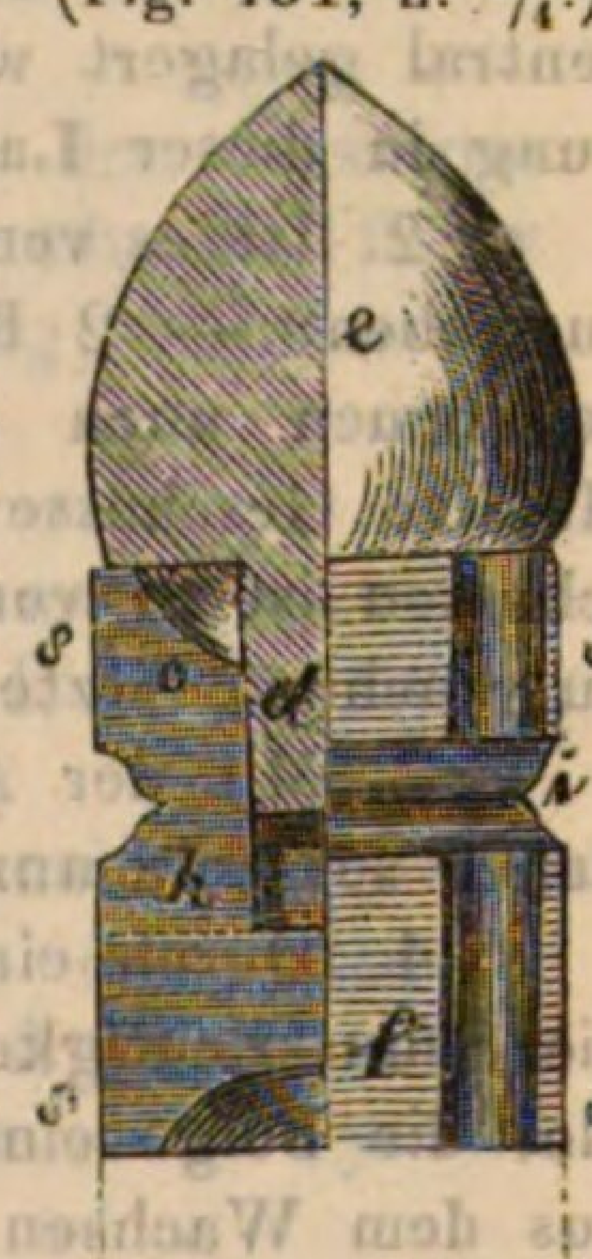
Die Rohrlänge des in Rede stehenden 4-Pfdrs. beträgt 17 Kaliber (die Bohrungslänge 16·5 Kal.). Dieses Mass ist durch die Bedingung bestimmt, dass das Geschoss noch im Rohre die Drehung um seine Längenachse bis zu einem gewissen Grade vollziehe, um ihm die Ausdauer in dieser Beziehung während seiner ganzen Flugzeit genügend zu sichern, woraus sich als Grundsatz entwickelt, dass die Länge des gezogenen Seelentheils mit der Dralllänge proportionirt sein müsse, daher die Rohre mit kurzem Dralle kürzer als diejenigen mit langem Dralle sein können. Der mit einer mittleren Dralllänge konstruirte Müller'sche 4-Pfdr. zeigt für den gezogenen Seelentheil eine

Länge von 15·26 Kaliber (48·97 wien. Zoll = 1·29 Mèter), welches Mass der halben Dralllänge gleichkommt. Dadurch vollendet das Geschoss die Hälfte seiner Umdrehung noch im Rohre, was denselben eine ausdauerndere Rotation verleiht, als bei den Geschossen der übrigen Konstruktionssysteme der Fall ist, indem im Allgemeinen bei den Systemen nach dem Principe der Geschosseinpressung (Wahrendorff, Armstrong) nur $^1/_3$, und nach dem Principe ohne Geschosseinpressung (La Hitté) nur $^2/_5$ der Dralllänge auf den gezogenen Seelentheil treffen. (Bei den Geschützen österr. Konstruktion mit Vorderladung vollführt das Geschoss im Rohre bekanntlich ebenfalls eine halbe Umdrehung.)

Das Rohrgewicht beträgt 696·4 Pfd. = 390 Kilogr., d. i. ungefähr die Grösse des 90fachen Geschossgewichtes. Das absolute Gewicht überragt dasjenige des franz. gezog. 4pfd. Rohres um 107 wien. Pfd. = 60 Kilogr. und dasjenige des russisch. gez. 4pfd. Rohres um 178·57 wien. Pfd. = 100 Kilogr. Dieses Mehrgewicht ist kaum als ein wesentlicher Nachtheil zu bezeichnen, weil damit durch die grössere Metallstärke das Rohr nicht allein an Dauerhaftigkeit gewinnt, sondern auch die Ladung ohne Gefahr verstärkt und dadurch der Schuss rasanter gemacht werden kann. Die Konstruktion des Rohres dürfte sicherlich erlauben, die Ladung noch weiter bis auf diejenige des gezogenen russischen 4-Pfdrs. (1 Pfd. 3·1 Lth. = 615 Gr.) zu vergrössern, wenn nicht zu befürchten wäre, dass durch die vermehrte Expansionskraft des Pulvers der bleierne Expansionsspiegel zerstört werden könnte, was die bereits gemachten Erfahrungen dargethan haben, und wenn nicht durch den Rückstoss des Rohres, welcher in Folge des grossen Geschossgewichtes nicht unbeträchtlich ist, die Richtschraube nicht zu bald beschädigt und wandelbar gemacht werden könnte, was auch dazu veranlasste, das Rohr mit der Richtschraube zu verbinden. Nach dem Gesagten muss die Geschütz- und Geschoss-Konstruktion dieses Systems als vorzüglich bezeichnet werden.

Wir kommen am Schlusse dieses Abschnittes nochmals auf dasselbe zurück.

(Fig. 154, n. $^1/_4$.)



Das 3pfd. Kompressions-Geschoss von Lorenz, Fig. 154, besteht aus einem ogivalen an der Basis abgeflachten und mit einem vierseitigen Stiele oder Dorn *d* versehenen Eisenkörper *e*, und dem aus Pappscheiben gepressten Spiegel *s*, welcher an den Dorn gesteckt wird, und den ausdehnbaren Theil des Geschosses bildet. Der Spiegel ist cylindrisch, an beiden Grundflächen sphärisch, nach seiner Achse für den Stiel prismatisch ausgehöhlt, und mit einer Sieke *i* versehen. An seiner Mantelfläche hat der Spiegel nach der ganzen Länge 4 Flügel *f*, deren Lage und Abmessungen dem Dralle und Profile der Züge der Rohrbohrung entsprechen.

Der Durchmesser des Spiegels, sowie die Abmessungen der Flügel sind so bestimmt, dass sich im Rohre ein für das leichte Laden hinreichender Spielraum ergibt.

Beim Schusse wird durch den Stoss der Pulvergase der Spiegel an dem Dorne des Geschosskörpers vorwärts getrieben, gestaut und ausgedehnt, wodurch die Flügel die Züge ausfüllen und der Spielraum aufgehoben ist.

Das in der Sieke des Spiegels befindliche und durch dessen Stauchung aus seinem Lager tretende Fett schmilzt hiebei, trägt so zur Ver-

minderung der Pulverrückstände bei und ermöglicht das ununterbrochene anstandslose Laden selbst bei dem geringen Spielraume des Rohres.

Die mit 3pfd. gez. Gebirgskanonen dieses Systems unter Anwendung der eben beschriebenen Geschosse im J. 1858 – 1859 vorgenommenen Versuche zu Wien ergaben nicht ungünstige Schussresultate; — doch zeigten sich hiebei einige Anstände mit Bezug auf den Spiegel, welche die Veranlassung gaben, von einer weiteren Vervollkommnung dieses Systems, im Hinblicke auf die Vorzüge des Schiesswoll-Systems, welches kurze Zeit hierauf zum Versuche kam, abzusehen.

Im Uebrigen verweisen wir auf den Abschnitt — „Die Geschosse" — wo wir auf diesen Gegenstand nochmals zurückkommen.

§. 161. Nach äusserst interessanten und sinnreichen theoretischen Untersuchungen *) über die Flugkörper, welche aus gezogenen Rohren geschossen werden, kömmt der gelehrte Verfasser derselben, Oberst L. Hofmann des k. k. Artillerie-Komité's, zu den folgenden Schlussfolgerungen, welche wir wegen ihrer Beziehung auf die Rohrkonstruktion hier anführen.

„Zur Erreichung eines regelmässigen Geschossfluges ist es immer zweckdienlich, dahin zu trachten, dass der Angriffspunkt des Luftwiderstandes hinter dem Schwerpunkte des Flugkörpers liegt. Weil jedoch nicht alle Bedingungen hiefür klar und bestimmt erkannt sind, so wird selbst in dem Falle, dass der Absicht entgegen, bei den beiden genannten Punkten eine umgekehrte Lage eingetreten wäre, doch ihr gegenseitiger Abstand gewiss nur gering sein und deshalb auch nur zu einem kleinen Drehmomente beitragen. Unter diesen Verhältnissen wird das Geschoss immerhin einen guten Flug nehmen können, besonders aber dann, wenn nur geringe Elevationen stattfinden."

„Ueberhaupt aber ergeben sich für die Konstruktion folgende allgemeine Regeln:

1. Um die nützlichen Eigenschaften einer stabilen Drehachse nicht einzubüssen, muss dafür gesorgt werden, dass das Geschoss im Rohre genau central gelagert werden kann, und dass es bei der Bewegung durch die Bohrung in dieser Lage erhalten werde.

2. Ist es vom Vortheile, den Langgeschossen eine nicht zu grosse Länge zu geben; — 2 Kaliber Länge dürfte hier die Maximalgrenze sein.**) Hiebei bekommen auch die Geschosse ein ihrem Kaliber angemessenes Gewicht. Massive Geschosse sind kürzer als hohle zu halten. Bei den grösseren Geschossen ist es von Nutzen das Hintertheil etwas länger als das Vordertheil zu machen; letzteres soll auch nicht zu spitz gestaltet sein.

3. Mit der Anzahl der Führungen steigt die Flugrichtigkeit. Es sind daher so viele anzubringen, als die Umstände gestatten.

4. Durch eine schnelle Rotation um die geometrische Projektilachse wird die Schussrichtigkeit befördert. Es soll jedoch diese rapide Drehung nicht blos die Folge einer grossen Anfangsgeschwindigkeit sein, sondern mehr noch aus dem Wachsen des Drallwinkels entspringen. Die Ursache ist leicht einzusehen. Denn, wenn einerseits eine bedeutende Anfangsgeschwindigkeit, eine kleinere Elevation und Flugdauer und also folgerecht eine grössere Schuss-

*) Siehe Mittheilungen des k. k. Artillerie-Komité's 7. und 8. Band.

**) Deshalb fordern auch Whitworth'sche Geschosse einen unverhältnissmässig grossen Drall.

präcision nach sich zieht, so kann anderseits nicht geläugnet werden, dass, weil der Luftdruck dem quadratischen Verhältnisse der fortschreitenden Geschwindigkeit proportional ist, auch mit dieser die hieraus entspringenden Unregelmässigkeiten zunehmen.

Bei der Steigerung der Rotationsgeschwindigkeit mittelst des Drallwinkels tritt aber der letzte Nachtheil nicht ein, und da mit steigender Rotation auch die Flugbeständigkeit zunimmt, so ist es von Nutzen, diesen Winkel so gross anzutragen, als dies noch die anderen zu berücksichtigenden Umstände erlauben."

§. 162. Ueberblickt man die vorangehend besprochenen Rohrkonstruktionen und die ihnen entsprechenden Geschosse, mit Rücksicht auf die Wirkung der Rohre, so lassen sich die letzteren in drei Gruppen sondern; u. z.

1. Vorderladungsrohre mit Spielraum-Geschossen,
2. Vorderladungsrohre mit Expansions- oder Kompressionsgeschossen, und
3. Hinterladungsrohre mit einfachen oder zusammengesetzten Geschossen.

Diese Rohre sind hiebei entweder mit einer Kreis-, Polygonal-, Oval- oder Spiralbohrung von der vorangehend besprochenen Einrichtung versehen. (Siehe §§. 72—93.)

Die 1. Gruppe umfasst:

Geschosse von einerlei Materie (Eisengeschosse. — System Whitworth, Polygonalbohrung; — u. A.);

Warzengeschosse (System La Hitté. — Oesterr., französ., russische, piemontesische, spanische, dänische, türkische Artillerie etc., Kreisbohrung);

Leistengeschosse (Armstrong's-Rohre, mit Wechselzügen; Geschosse von Blackely; u. a. m.);

Mantelgeschosse (Oesterreich, für Keil- und Bogenzugrohre; Baden, System Freidorf, Wechselzüge; Belgien, Schweden etc.).

Die 2. Gruppe umfasst:

Expansions- oder Kompressionsgeschosse der Systeme von Lorenz (Oesterreich), Müller (Schweiz), Whitworth, Jeffery (England), Reichenbach (Baiern), Zöller (Württemberg), Charrin, Timmerhans (Belgien), Parrot (Amerika) etc.

Die 3. Gruppe umfasst:

Geschosse von einerlei Materie (Eisengeschosse), welche dem Systeme Whitworth's (Polygonalbohrung) und jenem Lancaster's (Ovalbohrung) entsprechen; dann:

Zusammengesetzte Geschosse (Pressionsgeschosse mit weichem Mantel), welche dem Systeme Wahrendorff's (Oesterreich, Preussen, Schweden etc.), Cavalli's (Piemont etc.), Armstrong's (England), Schenkel-Eastmann (England, Amerika), Clay und Schalk (England) u. a. m. angehören.

Von den vorgenannten Rohren wurde die Konstruktion in Rücksicht der oben angegebenen Beziehung vorangehend in soweit besprochen, als es die Grenzen des vorliegenden Werkes zulassen; was insbesondere die in Oesterreich in Verwendung gestandenen gezogenen Gebirgs-Geschützrohre des Systems 1859 (Lorenz), sowie die Feld-Geschützrohre des Systems 1860 (La Hitté) betrifft, so wurden dieselben in Rücksicht auf den

Einfluss des Geschosses auf die Rohrkonstruktion in den §§. 72—93, 156—158 und 160 ebenfalls in genügender Ausdehnung erörtert; es erübrigt uns demnach noch das System der Bogenzuggeschütze v. J. 1863 in dieser Beziehung näher zu betrachten, wobei wir vergleichsweise die Schiesswollgeschütze des Systems 1862 (Lenk) und jene des schweizerischen Feldgeschützes (System Müller) mit in den Kreis der Betrachtung ziehen wollen; endlich die österr. Hinterladungsrohre v. J. 1861 (System Wahrendorff) mit Beziehung auf die Wirkungsfähigkeit des Rohres in's Auge zu fassen.

§. 163. Unter den vorangehend berührten Bohrungskonstruktionen scheint uns die Keilbohrung eine besondere Beachtung zu verdienen.

Der österr. Artillerie-General Freiherr von Lenk als Erfinder dieser Bohrungs-Konstruktion, welcher dieselbe bei den von ihm konstruirten Schiesswollkanonen zur Anwendung brachte, hat sich jedoch bei diesem Feldgeschütz-Systeme veranlasst gesehen, der bedenklichen Forcirung des Geschosses in der Keilbohrung durch drei Gegenzüge (*C*, *F* und *G*, Fig. 88, §. 88.) von trapezförmigem Querschnitte entgegen zu treten und das Geschoss ausser der Keilleiste mit drei Geschossleisten zu versehen.

Es hat jedoch den Anschein, als ob diese Gegenzüge die Vortheile, welche aus der Anwendung der Keilzüge zu ziehen möglich sind, etwas beeinträchtigen würden. Unstreitig wird durch die Gegenzüge ein dem Keilzuge fremdartiges Element in die Bohrung gebracht, welches durch seine vom Keilzuge abweichende Gestalt zu besonderer Aufmerksamkeit beim Laden auffordert, damit die Ladefläche der Keilleiste mit der Ladefläche des Keilzuges in Berührung gebracht werde. Abgesehen davon, dass diese Rücksicht eine eigene Belehrung und Uebung der Mannschaft erfordert, so sind im Gefechtsdrange, wenn ein heftiges Schnellfeuer unterhalten werden soll, doch leicht Irrungen in dem augenblicklichen Unterscheiden des Keilleistenansatzes von den Gegenleisten denkbar, welche Zeitverluste herbeiführen können.

Und wenn auch durch eine deutliche Bezeichnung des Keilleistenansatzes, durch eine gründliche Belehrung und grosse Gewandtheit der Bedienungsmannschaft Alles gethan wird, um keinerlei Störung hervorzurufen, so kann man doch aus dem Gesichtspunkte der Einfachheit, solcher Verschiedenheit in der Einrichtung der Züge eines und desselben Rohres nicht das Wort reden, um so weniger, als auf das Vorhandensein der genannten, jede Störung beseitigenden Bedingungen doch nicht immer zu rechnen ist.

Als ein anderer berücksichtigungswürdiger Umstand ist ferner anzuführen, dass ein einziger über die ganze Bohrungsfläche sich erstreckender Keilzug nur einen sehr kleinen Spielraum gestattet, daher eine sehr genaue Erzeugung von Rohr und Geschoss erheischt, wie auch zur Bedingung macht, dass ersteres in der Bohrung durch den Gebrauch, letzteres durch den Transport und sonstige Handhabungen keinerlei das Spielraummass überschreitende Deformationen erleiden. Bei einem 4pfd. Rohre, dessen Bohrungsdurchmesser 3″ 1‴ beträgt, dessen Keilzug 2‴ zur grössten Tiefe hat und bei welchem das Mass des Eindrehens des Geschosskeiles in den Keilzug sich auf 6‴ beläuft, ergibt sich nur ein Spielraum von circa $2^3/_4{}^{IV}$. — Wenn es auch bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Technik nicht unmöglich ist, die Genauigkeit der Erzeugung von Geschoss und Rohr

so weit zu treiben, dass dieser Spielraum im Allgemeinen mit den kleinsten Toleranzen hergestellt werden kann, so schliesst dieses doch nicht die Möglichkeit aus, dass Geschosse von wenig grösserem Durchmesser als dem vorgeschriebenen unterlaufen können, welche dann in manchen Gefechtslagen äusserst ungelegen kommende Anstände ergeben können. Wollte man auch diese Möglichkeit nicht zugeben, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dass ein so geringer Spielraum immerhin beim Gebrauche der Schiesswolle als Schiesspräparat zulässig ist, welche bekanntlich fast keinen Rückstand ergibt, beim Gebrauche von Schiesspulver aber, besonders wenn es während des Schiessens heiss und trocken ist, schon nach wenigen Schüssen, des krustenartig an die Bohrungsfläche sich ansetzenden Rückstandes wegen, Anstände beim Laden ergeben kann.

Durch das dem Keilzug fremdartige Element der Gegenzüge wird auch in Bezug auf den sonst blos aus dem Spielraummasse entspringenden Unterschied des Geschoss- und Bohrungsquerschnittes eine Vergrösserung desselben herbeigeführt, die dem das leichte Laden eigentlich begünstigenden Spielraummasse selbst nicht zu gute kömmt. Die Gegenleisten müssen nämlich in den Gegenzügen gleichfalls einen Spielraum in peripherischer Richtung besitzen, der eben so gross als das Mass der Eindrehung des Geschosses in den Keilzug ist. Hierdurch entsteht aber in den Gegenzügen ein leerer Raum, welcher das Entweichen von Gas ebenso begünstiget, wie bei einem grösseren Spielraummasse, welches doch wenigstens gestattet, unter allen Umständen anstandslos laden zu können.

Die Anwendung von Gegenzügen ist daher, unserer Ansicht nach, blos als ein seiner Zeit sich eben einfach darbietendes Auskunftsmittel zu betrachten, um der erheblichen Forcirung des Geschosses entgegen zu wirken, welches aber mit dem Gebrauche der Schiesswolle, wie wir glauben, in keinem untrennbaren Zusammenhange steht.

Besser als dieses Mittel scheint diesem Zwecke die Anordnung mehrerer unter sich gleicher Keilzüge zu entsprechen, die nicht durch Felder getrennt sind, sondern dem Bohrungsquerschnitte eine sägezähnförmige Gestalt geben, und in den früher erwähnten Rohren des österr. Feld- und Gebirgsgeschützes vom J. 1863 als Bogenzüge Anwendung gefunden haben.

Mehrere durch Felder getrennte Bogenzüge sind aus dem Grunde gegen zusammenhängende im Nachtheile, weil das geladene und eingedrehte Geschoss längs den Feldern keine Führung erhält, sondern daselbst ein Spielraum verbleibt, wie er bei isolirten Geschossen vorkommt.

Hieraus folgt, dass bei einem bestimmten, zum leichten Laden unumgänglich nöthigen Spielraume ein im Gradmasse kleinerer Theil des Bohrungsumfanges sich an der Geschossführung betheiligt.

Hierin liegt aber der principielle Vorzug der Keilzüge gegen alle anderen Formen von Zügen. Der vorhandene Spielraum wird nämlich (wie beim Einkeiler) vollständig, oder (wie beim Mehrkeiler) in so vielen Partien, als die Bohrung Züge hat, zwischen die Ladeseiten der Geschossleisten und der Züge geschafft, woselbst ohnedies keine Anlehnung des Geschosses an die Bohrungsfläche stattfindet, und von ihm im Allgemeinen nur ein im Gradmasse kleiner Theil des Bohrungsumfanges der Geschossführung entzogen, während ein bei weitem grösserer Theil desselben

zur Anlehnung des Geschosses an die Bohrungsfläche, d. i. zu dessen Fixirung oder Führung überhaupt verwendet werden kann.

Das höchste leistet in dieser Beziehung der erwähnte Lenk'sche Einkeiler (Rohr mit einem Keilzug) ohne Gegenzüge, dessen nach dem Keilansatze übertragener Spielraum ($a\ A\ A'\ a'$, Fig. 88 §. 88) beispielsweise beim 4-Pfdr., vom Bohrungsumfange nur 15 Grade wegnimmt, demnach 345^0 desselben zur Anlehnung des Geschosses an die Bohrung verbleiben. Durch die Gegenzüge (C, F, G) nimmt der im Flächenmasse vergrösserte Spielraum des Einkeilers (ohne das Laden gegen früher zu erleichtern) circa 60 Grade vom Bohrungsumfange weg, wonach zur Anlehnung des Geschosses nur mehr 300^0 erübrigen. Bei den zusammenhängenden 6 Bogenzügen des österr. 4-Pfdrs. vom J. 1863 beträgt die Wegnahme durch den Spielraum beiläufig 90^0, das ist zwar $1\,^1/_2$ mal so viel, als beim Einkeiler mit 3 Zügen, dafür aber wird durch den doch nur etwas mehr als das doppelte betragenden Spielraum (im Flächenmass), das Laden beträchtlich erleichtert, beiläufig in dem Verhältnisse wie 4 : 1, wenn man das lineare Mass beider Spielräume vergleicht. — Durch Felder getrennte Keilzüge würden in einer 6zügigen Bohrung, in welcher die Breite der Züge jener eines Sechskeilers mit zusammenhängenden Zügen gleicht, und wo die Züge in beiden Rohren eine gleiche Konstruktion besitzen, nur eine Geschossanlehnung von circa 135 Graden ergeben.

Aus diesen Angaben ist deutlich der im Principe der Keilzüge (insbesondere der zusammenhängenden) liegende Vorzug vor allen anderen Konstruktionen zu ersehen, welcher der Bedingung eines möglichst über den ganzen Umfang des Geschosses verbreiteten Angriffes derselben zur Ertheilung der Rotation entspricht.

Als andere bemerkenswerthe Vorzüge, welche zusammenhängende Keilzüge, wie sie die Geschützrohre des österr. Feld- und Gebirgs-Artillerie-Materials v. J. 1863 besitzen, bieten, sind folgende anzuführen:

1. Der Keilwinkel kann viel grösser, als bei der Anwendung eines einzigen Keilzuges gemacht werden, wodurch es möglich ist, bei demselben Kaliber und Masse der Eindrehung des Geschosses, dann derselben grössten Zugtiefe einen grösseren Spielraum zu erreichen, somit das Laden unter allen Umständen ausführbar zu machen. Derselbe beträgt auch bei den österr. 3pfd. Gebirgskanonen v. J. 1863, $^3/_4$, bei den 4- und 8pfd. Feldkanonen 1''', und zeigt sich für alle Fälle ausreichend.

2. Die Bohrung ist weder mit mehr Zügen, als zur Führung des Geschosses dienen, noch überhaupt mit Zügen von komplicirter Einrichtung versehen, die allzu leicht durch den gewöhnlichen Schiessgebrauch unbrauchbar zu machen wären, oder bezüglich der Konservirung oder des Ladens eine besondere Belehrung der Mannschaft erheischen würden.

Diese Züge sind daher in ersterer Beziehung den Wechselzügen unbedingt, in letzterer aber auch den anderen die Centrirung und Fixirung der Geschosse bezweckenden Zugformen vorzuziehen.

Bezüglich der Belehrung der Mannschaft verdient die — allerdings nicht die Konstruktion der Züge allein betreffende, doch immerhin auch von dieser influirte, sehr bemerkenswerthe Thatsache angeführt zu werden, dass die im deutsch-dänischen Kriege (1864) in Verwendung gestandenen österr. Batterien erst Anfangs December 1863 die neuen Feldgeschütze mit „Bogenzügen" erhielten, in demselben Monate noch auf den Kriegsstand gesetzt wurden, und kaum Zeit hatten, um noch ein Uebungsschiessen nach der Scheibe vorzuneh-

men, indem sie schon um die Mitte des folgenden Monats (Januar 1864) auf den Kampfplatz eilen mussten, woselbst am 1. Februar die Operationen ihren Anfang nahmen und schon am 3. desselben 2 Batterien in's Gefecht geriethen, in welchem sie auf das Erfolgreichste wirkten.

3. Die Abnützung der Bohrung ist nicht auf einzelne Stellen derselben, wie bei den meisten besprochenen Konstruktionen, beschränkt, sondern vertheilt sich fast über ihren ganzen Umfang, wonach auf die einzelnen Theile ein geringerer Betrag entfällt und die Bohrung längere Zeit brauchbar bleibt.

Dass die Forcirung der Geschosse bei der in Oesterreich eingeführten Anzahl von 6 Bogenzügen beim 3- und 4-Pfdr. und 8 Zügen beim 8-Pfdr. nicht zu gross sei und hiedurch auch keine frühere Abnützung der Bohrung und kein erheblicher Verlust an Anfangsgeschwindigkeit erzeugt werde, beweisen die der Einführung dieser Züge in Oesterreich vorausgegangenen Versuche, nach welchen die mit $^1/_7$ geschossschwerer Pulverladung erreichte Anfangsgeschwindigkeit der Hohlgeschosse beim 4-Pfdr. 1055′, beim 8-Pfdr. 1106′, und beim 3-Pfdr. mit $^1/_{13}$ geschossschwerer Ladung 750′ (W. M.) beträgt. Diese Geschwindigkeiten stimmen mit denjenigen überein, die man bisher im Allgemeinen bei denselben Ladungsverhältnissen den Geschossen aus gezogenen Vorderladungsrohren zu ertheilen vermochte.

4. Die Geschosse sind einfach in ihrer äusseren Einrichtung, und ist ihre Masse, der gleichen Züge wegen, derart symmetrisch um die geometrische Achse vertheilt, dass diese zugleich eine Schwerlinie und somit die Rotations-Achse bildet, was für den Flug der Geschosse im Luftraume von Wichtigkeit ist.

5. Die im Querschnitte fast über den ganzen Umfang sich erstreckende Anlehnung des Geschosses gewährt den Vortheil, wenn letzteres eingefettet ist, den an der Bohrungsfläche anhaftenden Pulverrückstand immer etwas anfeuchten und mit dem nächsten Schusse grösstentheils aus der Bohrung hinausschaffen zu können.

6. Die blos zwischen den Ladeflächen der Geschossleisten und Züge sich ergebenden, über den Geschossumfang in gleichen Abständen vertheilten leeren Räume sind natürliche, sich von selbst beim Eindrehen der Geschosse bildende Kanäle, die gleich den auf künstliche Weise in den schweizerischen Artillerie-Expansionsgeschossen erzeugten Leitlöchern zur Leitung des Gases nach dem Zünder dienen.

7. Was endlich insbesondere die in Oesterreich eingeführten „Bogenzüge" gegenüber den Spiralzügen anbelangt, so haben vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, erstere vor den letzteren den Vorzug der grösseren Einfachheit in der Konstruktion, ferner den einer innerhalb gewisser Grenzen sich bewegenden Freiheit in der Wahl des Krümmungshalbmessers der Führungsseite, endlich, weil letzterer für jedes Element der bogenförmigen Führungsseite als Stück einer und derselben Kreislinie konstant ist, dass an allen Theilen der nach demselben Halbmesser kreisförmig gekrümmten Führungsseite der Geschossleisten und allen Theilen der Führungsseite der Züge immer ein inniger Anschluss stattfinden muss. Vom praktischen oder technischen Standpunkte aus betrachtet, mag man immerhin auf diese Vorzüge keinen hohen Werth legen, weil sie keine wahrnehmbaren praktischen Erfolge bringen; wenigstens dienen sie aber

dazu, um die unter 2 Zugs-Konstruktionen von ziemlich einerlei praktischem Werthe getroffene Wahl einigermassen zu rechtfertigen.

Da man sich schon seit einigen Jahren der Ansicht zuneigt, dass das System der Expansionsgeschosse das zweckmässigste von allen sei, da durch dasselbe bei einer wohldurchdachten Geschosskonstruktion die Liederung, mithin auch die vor jeder Schwankung gesicherte Führung der Geschosse auf die einfachste und vollkommenste Weise bewirkt werde, so frägt es sich, ob eine hierauf basirte Rohr-Konstruktion der in Rede stehenden der Bogenzüge nicht vorzuziehen wäre; und dies um so mehr, da in der Schweiz Oberst Müller dieses System zu einem Grade ausgebildet hat, dass das demselben entsprechende, dort in Anwendung stehende Feldartillerie-Materiale allen Nachrichten zufolge einen hohen praktischen Werth besitzt, indem es eine sehr gute Wirkung ergibt (die gleichwohl hinter der aus den österreichischen gezogenen Feldgeschützen v. J. 1863 hervorgehenden etwas zurückbleibt). Die Geschosse dieses Systems verlassen die Bohrung bei einer im Verhältnisse zu ihrem Gewichte kleineren Ladung mit einer namhaft grösseren Anfangsgeschwindigkeit und bedürfen daher zur Erreichung gegebener Distanzen kleinere Elevationen der Rohre, als bei den Geschossen der österreichischen Feldgeschütze erforderlich sind, weshalb sie auch flachere Flugbahnen beschreiben — Thatsachen, welche nicht zu übersehen sind und in der vollkommeneren Liederung der Geschosse durch die Ausdehnung des am hinteren Ende derselben angebrachten Expansionsspiegels ihre Erklärung finden, wonach die Gase, welche blos durch drei kleinere im Spiegel angebrachte Leitlöcher nach vorne zur Entzündung des Zünders entweichen können, weniger Verlust erleiden, als in den österreichischen Rohren. Ueberdies ist auch die Reibung der schweiz. Geschosse in der Bohrung geringer als jene der mit einem Mantel versehenen Geschosse österr. Konstruktion, bei welchen der grösste Theil ihrer Mantelfläche beim Schusse an die Bohrungswand gepresst wird.

Wenn nun auch Alles, was über die Einrichtung, Trefffähigkeit und Wirkung der Geschützrohre und Geschosse des schweiz. Feld-Artillerie-Materiales bekannt wurde, darauf hinweist, dass es den Anforderungen an ein Feldgeschütz-System in dieser Hinsicht im hohen Grade entspricht, und daher bei der Entscheidung über den Werth dieses Systems im Vergleiche zu jenem des österr. Systems der Bogenzüge, bei manchem Beurtheiler mehr die persönliche Vorliebe für das eine oder das andere, die Anschauung und der Standpunkt der Beurtheilung massgebend sein werden; so glauben wir doch dem österr. Systeme der Bogenzüge das Entsprechen in höherem Grade zuerkennen zu müssen, und begründen unsere Meinung dadurch, dass ausser der faktisch vorhandenen grösseren Trefffähigkeit, welche die Geschützrohre dieses Systems ihren Geschossen verleihen, es scheint, als ob die allerdings sehr zweckmässig konstruirten schweizerischen Geschosse doch keine vollkommene Centrirung in der Bohrung erfahren würden, weil die Liederung und Führung derselben sich blos auf ihr hinteres Ende beschränkt, und der weit grössere vordere, den Schwerpunkt in sich schliessende Geschosstheil ungeliedert bleibt. Soll demnach eine Centrirung stattfinden, so muss die am hinteren Geschossende wirksame, die Liederung daselbst bewirkende Kraft gleichzeitig die Geschossachse in die Rohrachse heben und in derselben erhalten, was

vielleicht doch nicht immer in der erwünschten Weise, nämlich ohne bei der grossen Geschwindigkeit, mit welcher dasselbe vor sich geht, ein Schwanken des vorderen Theiles herbeizuführen, geschehen dürfte. — Ferner scheint es auch, als ob die Herstellung des Geschossmantels der österr. Geschosse weniger Umständlichkeit darböte als jene des bleiernen, rückwärts ausgehöhlten, am Umfange mit 6 kurzen leistenförmigen Ansätzen versehenen und von 3 Leitlöchern durchzogenen Expansionsspiegels und der vorderen zinkenen Warzenreihe der sonst aus Eisen erzeugten schweizerischen Geschosse, wonach ersteren gegenüber den letzteren der Vorzug einer grösseren Einfachheit zukommen würde. Endlich möchten wir noch auf den allerdings nur das Princip betreffenden Umstand Nachdruck legen, dass nach dem schweizerischen Systeme der Geschossliederung die Bedingungen hiezu (so wie überhaupt bei allen Expansions- und Kompressionsgeschossen) in das Geschoss verlegt sind, sonach von der Präcision der Geschosserzeugung abhängen. Zweckmässiger scheint es zu sein, diese Bedingungen, ganz unabhängig von dem mit jedem Schusse wechselnden Geschosse, in das Rohr zu verlegen, demnach die Züge desselben in einer solchen Weise anzuordnen und einzurichten, dass die Absicht, die Geschosse in der Bohrung zu centriren und zu fixiren, jederzeit bestimmt erreicht werde. Dies ist aber bei dem Systeme der österr. Feldgeschützrohre mit Bogenzügen der Fall.

Fasst man nun Alles zusammen, was im Vorigen über den Werth der verschiedenen, die Centrirung und Fixirung der Geschosse bezweckenden Einrichtungen der Geschosse und Züge gesagt wurde, so muss man zugestehen, dass die gegenwärtig in Oesterreich systemisirte Konstruktion der Züge der Feld- und Gebirgsgeschützrohre in Bezug auf eine möglichst vollkommene Centrirung und Fixirung der Geschosse, verbunden mit der grössten Einfachheit der Konstruktion und Erzeugnng den Vergleich mit allen bisher bekannt gewordenen und einen gleichen Zweck anstrebenden Konstruktionen nicht zu scheuen hat und als eine vorzügliche bezeichnet werden muss. Was, wie wir glauben, aus der vorangehenden Besprechung in genügender Weise hervorgeht.

Wir beabsichtigen jedoch durch diesen Ausspruch keinesfalls, den anderen Konstruktionen die ihnen zukommende Brauchbarkeit in ähnlichem oder selbst gleichem Masse abzusprechen. Wir betrachten diese vielmehr als den Ausdruck sinnreicher, nach dem Principe der Mannigfaltigkeit sich in verschiedenen Formen offenbarender Ideen, wovon jede für sich die in Rede stehende wichtige Frage mehr oder weniger vollkommen zu lösen im Stande ist, die aber nur hier in dieser, dort in jener Beziehung gegen die der österreichischen Konstruktion der Züge zu Grunde liegende Idee zurückstehen.

Die schönen Erfolge dieses Systemes im deutsch-dänischen Kriege (1864), das schmeichelhafte Urtheil eines feindlichen Artillerie-Generals und Korps-Kommandanten über die Wirkung der in jenen Kämpfen gestandenen österr. Batterien, die überraschend guten Schiessresultate, welche mit den nach demselben Systeme gezogenen Vorderladungsrohren grösseren Kalibers vom k. k. Artillerie-Komité auf dem Schiessplatze nächst Wiener-Neustadt erzielt wurden, sind Thatsachen, die bei aller Discretion, mit welcher man dieselben aufzunehmen geneigt ist, laut für das System sprechen und ganz geeignet sind, volles Vertrauen zu dem-

selben zu erwecken und mit Rücksicht auf die durch andere Systeme errungenen Erfolge zur Anerkennung der Vorzüge des „Bogenzugsystems“ zu veranlassen.

§. 164. Wenden wir uns nun noch der speciellen Betrachtung der Hinterladungsrohre zu, indem wir vorangehend — die Anwendbarkeit derselben im Allgemeinen- ins Auge fassen.

Aus den über die Verschlussvorrichtungen der Hinterladungsrohre angeführten Konstruktions-Principien überhaupt und aus der Beschreibung einiger der bekanntesten Verschlussapparate (§§. 125—126) kann entnommen werden, dass es möglich ist, fast allen Anforderungen zu genügen, welche an einen guten Verschluss dieser Rohre gemacht werden müssen.

Der wesentlichste, den Hinterladungsrohren zukommende Vortheil besteht unter dieser Voraussetzung darin, dass man das Geschütz in sehr beschränkten Räumen gebrauchen kann und dass dieselben ein leichtes und schnelles Laden gestatten. Der vorzüglichste Nachtheil jedes Hinterladungsrohres liegt principiell in der Anwendung eines Verschlussmittels, welches aus mehr oder weniger Theilen bestehen muss und den Beschädigungen durch das eigene und durch das feindliche Feuer ausgesetzt ist, während die Vorderladungsrohre aus einem einzigen Stücke Metall erzeugt sind, das von Haus aus keine Unterbrechungen oder Trennungen hat, rückwärts genügend stark gemacht werden kann, und als zusammenhängender Theil durch das eigene Feuer fast nichts und durch das feindliche nicht viel zu leiden hat.

Um die letztgenannten Gegensätze möglichst auszugleichen, und den Hauptvortheil der Kammerladung zur Geltung zu bringen, wird es am zweckmässigsten sein, die Hinterladungsrohre hinter Deckungen zu verwenden. Demnach dürfte es vorzüglich das Festungs-, Küsten- und Schiffsgeschütz sein, bei welchem die Hinterladung von grossem Vortheile, und in manchen Fällen, besonders in sehr beschränkten Räumen, durch die Vorderladung nicht zu ersetzen sein wird. Weil die Hinterladungsrohre beim Laden weder gewendet, noch zurückgeführt zu werden brauchen, so kann nicht nur ihr Aufstellungsraum möglichst beschränkt, sondern auch die Bedienungsmannschaft entsprechend vermindert werden, was besonders während einer Belagerung in Festungen und auf Schiffen zu berücksichtigen ist, wenn man jeder Unterstützung beraubt und nur auf die vorhandenen Mittel angewiesen wird.

Es kann ferner die Bedienungsmannschaft und das Geschütz besser oder vollständiger gedeckt werden, als bei Vorderladungsrohren, endlich das Bedienungsgeräth, besonders bei zweckmässiger Verschlusskonstruktion, welche hier vorausgesetzt wird, vermindert und das Feuern dennoch sehr beschleunigt werden.

Für das Feldgeschütz entfallen die meisten der eben angeführten Vortheile, denn bei diesem wird das Laden von der Mündung aus gewöhnlich durch kein örtliches Hinderniss beschränkt. Der Ersatz der Bedienungsmannschaft kann ferner leicht bewirkt werden, und diese greift bei ihren Verrichtungen derart zusammen, dass die Geschütze stets in kurzer Zeit schussfertig sind. Uebringens können auch Hinterladungsrohre ohne Bedenken für das Feldgeschütz angewendet werden, wie dies auch bei einigen Artillerien, namentlich bei der englischen und preussischen stattfindet.

Die Hinterladungsrohre gestatten es, dass man in ihre rückwärts erweiterte Bohrung ein Geschoss einführen kann, welches beim Abschiessen den Spielraum im gezogenen Bohrungstheile fast gänzlich abschliesst. Abgesehen von der Verwerthung des bei Vorderladungsrohren gewöhnlich durch den Spielraum nutzlos entweichenden Gasquantums, kann die Führung und Bewegung des Geschosses innerhalb der Bohrung der Hinterladungsrohre ohne viele künstliche Mittel derart gesichert werden, dass die Treffwahrscheinlichkeit, gegen jene der Vorderladungsrohre verglichen, erheblich zunimmt. In der letzten Zeit hat man sich jedoch mit Erfolg bestrebt, auch den Vorderladungsrohren diese erhöhte Treffwahrscheinlichkeit zu sichern; die Mittel und Wege zur Erreichung dieses Zieles wurden im Vorangehenden besprochen.

§. 165. Da uns die Beantwortung der Frage über die Anwendbarkeit der Hinterladung beim Feldgeschütze von höherem Interesse erscheint, so wollen wir dieselbe hier näher in's Auge fassen. Aus den vorangegangenen Besprechungen geht hervor, dass das System der Hinterladung in Verbindung mit Pressionsgeschossen die Bedingungen am vollständigsten erfüllt, welche zur Erzielung einer von allen Schwankungen freien Geschossbewegung in der Rohrbohrung an die Rohr- und Geschoss-Konstruktion gestellt werden.

Hiernach sollte der Gebrauch von Spitzgeschossen jederzeit mit jenem gezogener Hinterladungsrohre verbunden sein, um die Vortheile, welche das Schiessen rotirender Spitzgeschosse zu gewähren vermag, im höchsten Grade auszubeuten. In der preussischen Armee hat man sich von diesem Folgesatze auch wirklich leiten lassen und schiesst Spitzgeschosse nur aus gezogenen Hinterladungsrohren (Gewehren und Geschützen).

Indessen können gegen die unbedingte Erfüllung des ausgesprochenen Folgesatzes doch manche Bedenken erhoben werden, welche gerade den heiklichsten Bestandtheil der Hinterladungsrohre, nämlich den Verschluss-Mechanismus, zum Gegenstande haben. Dieser soll, wie im Vorhergehenden wiederholt gesagt wurde, einen dauerhaften mechanischen und hermetischen Abschluss der Bohrung gewähren, dann möglichst einfach eingerichtet und leicht zu handhaben sein. Man kennt nun bis jetzt zwar eine grosse Menge von Verschlusseinrichtungen, allein bei einer unbefangenen Beurtheilung derselben findet man in jeder einzelnen gewisse Mängel, die mehr oder weniger von dem Entschlusse einer allseitigen Anwendung derselben abzuhalten vermögen.

In Rücksicht auf die Verschlusseinrichtungen der Handfeuerwaffen mit Hinterladung ist es z. B. eine auffallende Thatsache, dass der Verschluss- und Abfeuerungsmechanismus des preussischen Zündnadelgewehres, seiner bedeutenden Komplicirtheit wegen, in keiner anderen Armee eine Annahme gefunden hat, und dass man statt dieser Waffe die Fusstruppen lieber mit den sie von Schuss zu Schuss längere Momente hindurch vertheidigungslos lassenden und in verschiedenen Modellen sogar einen geringeren Effekt bietenden Vorderladungsgewehren ausrüstet, indessen man in Preussen durch einen ausgezeichneten Fabriksbetrieb in der Herstellung der einzelnen Verschluss- und Schlosstheile alle Schwierigkeiten und Bedenken überwand; und so, von der allerdings vorhandenen Komplicirtheit nichts mehr fühlend, nun schon seit längerer Zeit, die durch Hinterladungsgewehre und die mit denselben nothwendig in Verbindung zu bringenden Einheitspatronen gebotenen Vortheile geniesst. Diese Vortheile haben also in der preussischen Armee offenbar stärker gezogen, als die alle anderen Armeen abschreckende Komplicirtheit des Systemes.

Die Verschlusseinrichtungen der Geschütze bieten unstreitig grössere Bedenken dar, als jene der gezogenen Handfeuerwaffen mit Kammerladung, indem die Kraft der aus der Ladung sich entwickelnden Gase bei den Geschützen weit grösser als bei den Gewehren ist, mithin auch die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Theile des Verschlusses bei jenen beträchtlicher als bei diesen sein muss, was offenbar alle Komplicirtheit in der Einrichtung des Verschlusses von vorne herein verwerflich macht. Es wird bei Gewehren mit einem selbst komplicirten Hinterladungsverschlusse weit leichter als bei Geschützen möglich sein, den einzelnen Bestandtheilen des letzteren solche, das Gewicht und die Handhabung der Waffe nicht im mindesten berührende Dimensionen zu geben, durch welche sie von jeder Beschädigung beim Schusse gesichert sind; ebenso wird man — wenn schon gewisse Verschlusstheile dieser Gefahr unvermeidlich nach einigem Gebrauche ausgesetzt wären — für den raschen Ersatz derselben im Falle ihrer Beschädigung bei Gewehren leichter Sorge zu tragen vermögen, als bei Geschützen, so dass von einem plötzlichen Unbrauchbarwerden eines mit einiger Voraussicht konstruirten Hinterladungsgewehres eigentlich nicht die Rede sein kann.

Anders ist es bei den Geschützen. Hier kann die Beschädigung eines vielleicht für sich allein unbedeutend scheinenden Bestandtheiles des Verschlusses ein vollständiges Unbrauchbarwerden des Geschützes und mit diesem eine Kampfunfähigkeit herbeiführen, die um so bedenklicher und folgenschwerer ist, als in vielen Fällen die Zahl der eine Position angreifenden oder vertheidigenden Geschütze ohnedies eine sehr beschränkte ist.

In Festungs-, Küsten- und Schiffsbatterien, wo man an Reservebestandtheilen und selbst an ganzen Verschlussvorrichtungen einen hinreichenden Vorrath halten und zur Hand haben kann, um ein rasches Austauschen beschädigter Bestandtheile zu bewirken, ferner auch leicht gewisse Reparaturen nöthigenfalls am Platze selbst vorgenommen werden können, kann man sich über diesen wesentlichen Nachtheil der Verschlusseinrichtungen noch hinaussetzen, um so mehr, als das Feuer niemals jene Geschwindigkeit besitzt, wie sie zuweilen beim Feldgeschütze vorkommt, und durch die Hinterladung das Laden aller durch Scharten und Schiffslucken feuernden Geschütze wesentlich erleichtert wird. In letzterer Beziehung entfällt nämlich das Zurückführen derselben aus den Scharten oder Lucken (Stückpforten) und das in manchen Fällen nothwendige beschwerliche Wenden der Geschütze oder das gefährliche Exponiren des ladenden Mannes ausserhalb der Schiffslucken, um die Ladung in das Rohr einführen und ansetzen zu können; es werden somit durch die Hinterladung wichtige Vortheile gewonnen, gegen welche man sich über den Nachtheil eines zu haltenden Vorrathes an Verschlusseinrichtungen oder gewisser Theile derselben, sowie einer kurzen Unterbrechung des Feuers, um Beschädigungen zu repariren, noch hinwegsetzen kann.

Minder rathsam letzteres zu thun ist es aber beim Feld- und Gebirgsgeschütze, welches grösstentheils in ungedeckten Aufstellungen verwendet wird, in seiner Ausrüstung, der möglichst leichten Beweglichkeit wegen, nur auf die nothwendigsten Bedürfnisse beschränkt werden muss, überdies durch das Gewicht der Verschlusseinrichtung und die durch letztere bedingte Verlängerung des Rohres eine nachtheilige Vermehrung des Rohrgewichtes erfährt, ferner nicht selten in ein so heftiges und ent-

scheidendes Feuergefecht verwickelt wird, dass eben sowohl die Verschlusseinrichtungen bezüglich ihrer Widerstandsfähigkeit bedeutend angestrengt werden, als auch jede etwa plötzlich eintretende Kampfunfähigkeit eines oder mehrerer Geschütze von den gefährlichsten Folgen begleitet sein kann. An ein rasches, den Verlauf des Gefechtes nicht beirrendes Austauschen beschädigter Bestandtheile oder Repariren gewisser Beschädigungen kann in solchen Fällen nicht gedacht werden, wenn man auch die Mittel hiezu augenblicklich zur Hand hätte, woran aber gleichfalls nicht zu denken ist. Ueberdies scheint es, als ob durch die bei Hinterladungsgeschützen am hinteren Rohrende stattfindende Vereinigung aller Funktionen des Ladens, Richtens und Abfeuerns die Bedienungsmannschaft, welche sich z. B. im Falle eines durch die Gefahr eines ungestüm vorrückenden Gegners veranlassten Schnellfeuers zu erhöhter und unermüdeter, sich selbst überbietender Thätigkeit getrieben fühlt, wechselseitig in der raschen Handhabung des Geschützes sich hindern würde.

Die vorangegangenen und die im §. 164 gemachten Bemerkungen führen zu dem Schlusse, dass beim Feld- und Gebirgsgeschütze, welches sich ohnehin durch einen hohen Grad von Einfachheit auszeichnen soll, von dem Systeme der Hinterladung kein allzu vortheilhafter Gebrauch zu machen ist, und dass man sogar recht gut auf dasselbe verzichten könnte, wenn man nur die in Vorderladungsrohren mit Spielraum zu ladenden Geschosse vor jeder schwankenden Bewegung in der Bohrung zu sichern vermag, um auch bei diesen Geschützgattungen auf eine den Hinterladungsrohren mindestens möglichst nahe kommende Trefffähigkeit der Geschosse rechnen zu können.

Diese Aufgabe ist in der österr. Feld-Artillerie durch das System der Bogenzüge vollkommen gelöst, weshalb man auch, in weiterer Berücksichtigung des oben Gesagten, das System der Hinterladung in Oesterreich nur bei den Batterie-, Küsten- und Schiffgeschützen in Anwendung brachte.

Dass bei den österr. 6-, 12- und 24pf. Hinterladungskanonen, welche hauptsächlich die Bestimmung haben als Batteriegeschütze in Verwendung zu kommen, die Bohrungskonstruktion jener der preuss. Hinterlader nachgebildet wurde, ist dadurch begründet, weil dieselbe nicht nur durch die preuss. Artillerie in jeder Beziehung erprobt war und sich bei ausgedehnten Versuchen als entsprechend gezeigt hatte, sondern sich auch bei der Erprobung dieser Geschütze durch die österr. Artillerie als sehr günstig erwies. Aus nahe gleichen Ursachen wurde bei diesen Rohren auch der Wahrendorff'sche Verschluss mit geringen Modifikationen beibehalten, und dies um so mehr, da derselbe bei seiner Anwendung sich nicht nur in der österr. und preuss. Artillerie, sondern auch in jenen mehrerer anderen Staaten als sehr entsprechend erwiesen hatte. (Siehe Bemerkungen über diesen Verschluss in §§. 125—126.)

Durch die Einführung dieser Hinterladungsrohre war auch in Oesterreich jene Geschützwirkung beim Angriff und der Vertheidigung fester Plätze wieder erreicht,*) welche den gegenwärtigen Wehr- und Angriffsmitteln des Gegners entsprechen.

*) Ausserdem, dass sich die zerstörende Kraft der aus den genannten Hinterladungs-Kanonen geschossenen Projektile bei wiederholten Versuchen, und in

(Das Batteriegeschützsystem v. J. 1859 mit glatten Rohren, welches zwar den damaligen allgemein herrschenden Armirungen fester Plätze etc. entsprach, konnte den gegenwärtigen Anforderungen des Festungskrieges nicht mehr in allen Fällen genügen.)

§. 166. Nach dem vorangehend Gesagten ist die österr. Artillerie den Anforderungen des Feld- und Festungskrieges durch die Schaffung der 4- und 8pf. Bogenzuggeschütze und jene der 6-, 12- und 24pf. Hinterladungskanonen gerecht geworden, und auch den Anforderungen des Gebirgskrieges wurde durch die Einführung der 3pf. Gebirgsgeschütze und der 4- und 6pf. Rotations-Raketen vollkommen entsprochen; es erübrigt derselben daher nur die Lösung der Aufgabe — ein neues Küsten- und Schiffgeschütz von grossem Kaliber, zur Abwehr und Angriffe feindlicher Panzerschiffe, zu konstruiren.

Die bis nun zu in dieser Beziehung gemachten Bemühungen und Versuche sollen im Folgenden in Kürze erwähnt werden.

Im J. 1859 gelangte in der k. k. Artillerie ein neues Küstengeschütz-System mit glatten Rohren (48pf. Küstenkanone, 30pf. Küstenhaubitze und 60pf. Küstenmörser) zur Einführung, welches mächtig genug war, um selbst in bedeutenden Entfernungen über die grössten der damals gebräuchlichen Kriegsschiffe demselben die geforderte Ueberlegenheit zu sichern; allein die Erfindung der Panzerschiffe liess alsbald dieses System, als auch jenes vom J. 1861 mit gezog. Hinterladungsrohren, für die Bekämpfung dieser Streitmittel, als ungenügend erkennen.

Dem k. k. Artillerie-Komité fiel daher die Aufgabe zu, ein den neuen maritimen Angriffsmitteln ebenbürtiges Küsten-Geschütz zu konstruiren. Das Komité erkannte, dass es vor Allem nothwendig sei, darüber klar zu werden, welche Leistungen man von den zu konstruirenden Küsten-Geschützen fordern müsse, und in wie weit es im Bereiche der Möglichkeit und der Mittel liege, diesen Anforderungen zu entsprechen.

Die Beantwortung dieser Fragen macht es erforderlich, die nachstehenden, hierauf unmittelbar Bezug nehmenden Punkte und Bedingungen einer näheren Beleuchtung zu unterziehen, und zwar:

1. Die Konstruktion der Panzerungen, welche bei den Kriegsschiffen der meisten Seemächte zur Anwendung gelangen, und kaum noch eine Vermehrung der Stärke der Panzer erwarten lassen.

2. Die Grösse des Effektes, welchen Geschütze gegen Panzerfahrzeuge überhaupt und innerhalb einer gewissen Maximal-Distanz leisten sollen.

3. Die über die Wirkung verschiedener Geschütze gegen Eisenpanzer bisher erzielten Resultate.

Ad 1. Wenn man die Richtung verfolgt, in welcher die Seemächte die Reform ihrer Kriegsfahrzeuge bewirken, so lässt sich ersehen, dass die Eisenflotten der nächsten Zukunft aus folgenden Fahrzeugen bestehen können:

Aus gepanzerten Schiffen ohne oder mit drehbaren Kuppeln; letztere Schiffsgattung nach Kapitän Coles oder nach dem amerikanischen Systeme, und aus gepanzerten schwimmenden Batterien.

Die erste Gattung der genannten Fahrzeuge trägt einen mehr offensiven

jüngster Zeit bei der Beschiessung der auf dem Steinfelde nächst Wiener-Neustadt erbauten Wallgeschützkasematten gezeigt hat, wurde dieselbe auch bei dem Angriffe auf die Düppler Schanzen (1864) erprobt.

Charakter, während sich die beiden anderen besonders für die Defensive eignen, obwohl ihre Verwendung zum Angriffe nicht ausgeschlossen ist.

Ohne jedoch auf die speciellen Zwecke und die hiernach berechnete Bauart und Einrichtung dieser Fahrzeuge einzugehen, genügt es zu wissen, dass als Konstruktions-Princip bei allen drei Gattungen die Tendenz ausgesprochen ist, den Wänden derselben durch eine Kombination von Eisen und Holz, in neuester Zeit auch blos durch Eisen, den möglich höchsten Grad der Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung der schwersten Artillerie-Geschosse zu verleihen. Dieses Konstruktions-Princip findet eine bestimmte Grenze und Beschränkung in dem grossen specifischen Gewichte des Eisens und in den Anforderungen, welche see- und kriegstüchtige Fahrzeuge rücksichtlich der Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit erfüllen müssen.

England, zwar nicht die Seemacht, welche ihre Kriegsschiffe zuerst mit Panzern bekleidete, hat seither dieses Versäumniss einzubringen sich bemüht; auch sind von diesem Staate über die Widerstandsfähigkeit von gepanzerten Schiffswänden weit mehr Daten, Erfahrungen und Proben zur allgemeinen Kenntniss gekommen, als von irgend einer anderen Marine. Im Allgemeinen kann man die in England zur Geltung gekommenen Regeln als einen ziemlich sicheren Anhaltspunkt zur Beurtheilung des fraglichen Gegenstandes betrachten.

Es besteht die im Erfahrungswege gebildete Ansicht, dass sich die Kombination von 4 $^{1}/_{2}$ Zoll Schmied-Eisen, mit 18 Zoll Holz als Hinterlage und $^{5}/_{8}$ Zoll Eisen als innere Haut, das Ganze durch Bolzen verbunden, zur Panzerung von Kriegsfahrzeugen am besten eigne, da diese Konstruktion erwiesener Massen eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Geschosse grösseren Kalibers gewährt, ohne die Seetüchtigkeit der Schiffe in einem bedeutenden Masse zu beeinträchtigen. Bei Erbauung der englischen Panzerfregatten Warrior, Black Prince und mehrerer ihrer Schwesterschiffe hat diese Regel Ausdruck gefunden.

Nebst der beschriebenen Kombination wurde in England eine andere versucht, nämlich 5 $^{1}/_{2}$ Zoll Eisen mit 9 Zoll Holz als Hinterlage und $^{5}/_{8}$ Zoll Eisen als innere Schiffshaut. Diese Konstruktionsweise wird zwar bei der im Bau begriffenen englischen Fregatte Minotaurus und einigen anderen Fahrzeugen in Anwendung gebracht, doch spricht sich die Meinung erfahrener englischer Schiffbauer und Seeleute dahin aus, dass schon mit der beim Warrior angewendeten Kombination die äusserste, für die Beweglichkeit der Schiffe noch zulässige Grenze erreicht sei, und folglich das höchst kostspielige Experiment mit dem Minotaurus und den nach gleichem Muster erbauten Schiffen einen befriedigenden Erfolg in der angedeuteten Richtung nicht verspreche.

Nach Kapitän Coles System werden in England versuchsweise mehrere ältere Kriegsschiffe mit Schilden (Kuppeln) versehen; diese Fahrzeuge erhalten mit geringen Abweichungen die Panzerkonstruktion des Warrior, die Schilde eine etwas grössere Eisenstärke.

Die Wände der englischen schwimmenden Batterien, welche im letzten russischen Kriege gebraucht wurden, bestehen aus 4 Zoll Eisen und 22 bis 24 Zoll Holz. Schiffe mit namhaft schwächeren Panzerungen können hier nicht in Betracht kommen.

Was die übrigen europäischen Seemächte betrifft, so hat man in Frankreich theils ältere, theils neuerbaute Schiffe und schwimmende

Batterien gepanzert. Nach den hierüber bekannt gewordenen Daten wurden die Kombinationen von 4 bis 4 $^1/_2$ Zoll Eisen mit 24, 22 bis 18 Zoll Holz angewendet, überhaupt die Eisenstärke von 5 Zoll nicht überschritten.

Italien und Russland bauen ihre Flotten zumeist nach britischem oder französischem Muster, grösstentheils auch durch englische und französische Hände und auf englischen und französischen Werften.

Die über die Panzerkonstruktion nordamerikanischer Kriegsschiffe im Wege der Tagespresse kursirenden Nachrichten sind zu wenig verlässlich, um eine nur halbwegs wahrscheinliche Annahme zu gestatten.

Im Ganzen ist jedoch, ungeachtet des Umstandes, dass die Eisenflotten eine noch in der Kindheit befindliche, in der Ausbildung begriffene Erfindung sind, mit aller Sicherheit vorauszusetzen, dass für Panzerungen der Schiffswände die Kombination von 4, 4 $^1/_2$, höchstens 5 $^1/_2$ Zoll Eisen mit 22, 18 bis 9 Zoll Holz oder auch ohne Holz-Hinterlage in der nächsten Zukunft keine wesentlichen Veränderungen erleiden wird, daher diese Faktoren vorderhand jene Widerstandsgrösse repräsentiren, deren Ueberwindung der Artillerie-Waffe zur Aufgabe gestellt ist.

Ad 2. Geschütze, welche wichtige Küstenpunkte, Kriegshäfen oder sonstige maritime Etablissements zu vertheidigen haben, müssen befähigt sein, gegen die gepanzerten Schiffe der jetzigen Kriegsflotten mit Erfolg zu kämpfen.

Das für diesen Zweck nöthige Leistungsvermögen der Geschütze bedingt sich durch die Konstruktion und Widerstandsfähigkeit der Schiffspanzer, dann durch die Entfernung, auf welcher der Kampf geführt werden soll.

Abgesehen von der letzten Bedingung, doch mit Bezug auf die *ad 1* gemachte Erörterung lässt sich als höchstes Mass der erforderlichen Geschützwirkung annehmen, dass die abgeschossenen Projektile eine aus 4 bis 5 $^1/_2$ Zoll Eisen und 22 bis 9 Zoll Holz bestehende Schiffswand mit Einem Schusse durchbohren oder durchbrechen sollen.

Die erste Forderung hat die englische Artillerie, die andere aber jene der nordamerikanischen Freistaaten neuestens bei ihren Versuchen zur Basis genommen.

Wenn man jedoch erwägt, dass Panzerschiffe ihre Eigenschaft als solche verlieren, und ausser Stande sind die See zu halten, sobald ihre Wände durch mächtige Geschosse Erschütterungen erlitten haben, welche den festen Zusammenhang der Theile lösen, so muss auch eine solche Wirkung als genügend bezeichnet werden, besonders in dem Falle, wo dem Vertheidiger eine beträchtliche Zahl von Geschützen zu Gebote steht, und die Dauer des Kampfes nicht auf einige wenige Schüsse beschränkt ist.

Für die gut angeordnete Vertheidigung eines Hafens oder eines sonstigen maritimen Etablissements wird es ohnehin stets zur unerlässlichen Bedingung, die Eingänge durch ein aus wenigstens zwei bis drei Batterien oder Werken unterhaltenes Geschützfeuer zu bestreichen, und wo die Natur für die Errichtung solcher Geschützstellungen keine Gelegenheit bietet, muss zur Erreichung dieses Zweckes durch die Kunst nachgeholfen werden.

Wenn also auch der Fall eintreten sollte, dass es einem gepanzerten Kriegsdampfer durch die Geschwindigkeit seiner Bewegung gelänge, den Eingang in den Hafen zu forciren, so wird dies gewiss nicht ungestraft geschehen, sobald die Vertheidigungs-Geschütze auch nur den früher als noch genügend bezeichneten Grad von Leistungsfähigkeit besitzen, und die Geschützstellungen nach den Grundsätzen der Befestigungskunst geregelt sind.

Was die Entfernung betrifft, bis zu welcher Küsten-Geschütze den Zerstörungskampf gegen Panzerschiffe führen sollen, so ist dieselbe einerseits durch die örtlichen Verhältnisse der Vertheidigungs-Position bedingt, andererseits findet sie ihre bestimmte Grenze in den Leistungen, welche der Artillerie-Waffe erfahrungsgemäss und ohne widernatürliche Ausschreitungen in der Anwendung ihrer Mittel zugemuthet werden können.

In England hatte man die Absicht die höchste Leistung der Küsten-Geschütze bis zur Entfernung von 1000 Yards oder 1250 Schritt auszudehnen; doch ist die Konstruktion eines der erwähnten Forderung entsprechenden handsamen Geschützes bis jetzt nicht gelungen. Dagegen haben die jüngsten Versuche anderer Artillerien die gegründete Hoffnung eröffnet, das gewünschte Ziel zu erreichen.

Ad 3. Die zahlreichen, während der letzten Jahre in England gegen Panzerungen ausgeführten Versuche bezogen sich theils auf die Erprobung der in verschiedener Weise erzeugten und befestigten Eisenplatten und der Hinterlage derselben, theils auf die Prüfung der Leistungsfähigkeit von Geschützen. Dem Zwecke der Aufgabe gemäss unterzog das Artillerie-Komité die in letzter Richtung gemachten Experimente einem näheren Studium.

Die Reihe dieser Versuche aufzuführen, würde die Grenzen dieses Abschnittes allzuweit ausdehnen, weshalb wir uns begnügen, nur die aus ihnen gezogenen Ergebnisse im Nachfolgenden kurz niederzulegen.

Die englischen Versuche zeigten:

1. Dass die Aufgabe, ein auf 1250 Schritt gegen Eisenpanzerungen gut wirksames, handsames, und wenigstens genügend ausdauerndes Geschütz zu konstruiren, bis nun zu nicht gelöst wurde.

2. Dass die gezogenen Geschütze des Armstrong'schen Systems, selbst bei Anwendung des 110pf. Kalibers und der Schussweite von 250 Schritt einen genügenden Effekt gegen gut konstruirte Eisenpanzerungen nicht geben.

3. Bei dem Umstande, als für die österreichischen gezogenen Hinterladungs-Festungs-Kanonen Pulverladungen gebraucht werden, welche verhältnissmässig bedeutend geringer sind, als jene der Armstrong-Geschütze, und weil eine Vermehrung der Ladung nicht nur wegen der bestehenden Konstruktion des Laderaumes, sondern hauptsächlich wegen der oft zu Tage getretenen Schwäche des Wahrendorff'schen Verschlusses nicht rathsam ist, lässt sich voraussichtlich von den österreichischen Hinterladungs-Geschützen eine befriedigende Wirkung gegen Eisenpanzer noch weniger als von Armstrong-Kanonen erwarten, was seither vorgenommene Versuche auch bestätigten.

4. Dass eine 150pf. glatte Kanone mit ihrer Wirkung zwar das 110pf. gezogene Armstrong-Geschütz übertrifft, aber gute Eisenpanzer bei einer Schussweite von nur 250 Schritt nicht verlässlich durchbohrt.

5. Der Schiess-Effekt des glatten 270-Pfdrs. ist auf 250 Schritt entschieden gut, für grössere Entfernungen jedoch blieb dessen Wirksamkeit in Zweifel.

6. Nach den Erfolgen der im Jahre 1859, mehr noch nach den in letzter Zeit ausgeführten Versuchen, haben die Geschütze des Whitworth'schen Systems gegen Eisenpanzer eine den Effekt der vorgenannten Geschütze übertreffende, bis zur Schussweite von 750 Schritt vollkommen genügende und selbst von 960 Schritt noch ausgiebige Wirkung geleistet.

7. Gusseiserne Geschosse zerschellen beim Auftreffen auf dem Panzer

ohne nennenswerthen Effekt; auch schmiedeiserne Geschosse, obwohl besser, entsprechen dem Zwecke nicht. Am meisten befriedigte bis jetzt Gussstahl und „Homogen-Eisen", eine Stahlart von besonderer Erzeugungs-Methode *).

Nach genauer Würdigung der Ergebnisse der englischen Versuche dürfte man zu dem Schlusse gelangen:

Dass die mit dem Geschütz-Systeme Whitworth erzielten Resultate zu der Hoffnung berechtigen, man könne mit hiernach konstruirten gezogenen Geschützen von nicht allzu grossem Kaliber innerhalb einer allerdings mässigen Entfernung einen genügend grossen Effekt gegen Eisenpanzerungen hervorbringen und dass es nicht im Einklange mit dem gegenwärtigen Standpunkte und den Fortschritten der Artillerie-Waffe wäre, wenn man in der Geschützfrage gegen Panzerungen kostspielige Versuche mit glatten Geschützen von riesenhaftem Kaliber und Gewichte ohne voraussichtlich guten Erfolg in Oesterreich von Neuem beginnen wollte. Obgleich man aber auch bei Anwendung gezogener Geschütze zum Beschiessen von Panzern bedeutenden Rohrgewichten nicht entgehen kann, so würde man sich doch beim Gebrauche glatter Rohre der Vortheile gezogener Kanonen gänzlich entäussern, und hätte dabei immer nur ein Geschütz gewonnen, welches schon auf geringe Entfernungen ein verlässliches Treffen des Objektes nicht mehr verbürgt.

Rücksichtlich des Kalibers, bei welchem die Bedienung des Geschützes, besonders das Laden ohne Hebvorrichtung noch möglich wird, kann man annehmen, dass schon die 150pf. Vollkugel die äusserste Gewichtsgrenze bildet, bei der sehr kräftige Leute das Laden ohne übermässige Anstrengung noch verrichten können.

Auf die vorhergehenden Erörterungen gestützt, legte das Artillerie-Komité den die Schaffung eines Küsten-Geschützes von entsprechender Wirksamkeit bezweckenden Antrag dem hohen Kriegs-Ministerium Ende 1863 vor, wobei es sich im Wesentlichen dahin aussprach:

1. Für das zu schaffende Küsten-Geschütz ein Rohr mit gezogener Bohrung anzunehmen, dasselbe mit entsprechender Wandstärke aus Gusseisen zu erzeugen und den Kaliber so anzuordnen, dass das Geschoss-Gewicht 120 Pfund nicht überschreite.

Die Wahl des Gusseisens als Rohrmaterial gründete sich auf die vorzügliche Qualität des steierischen Eisens, auf dessen billige Beschaffung und auf die Absicht, die Widerstandsfähigkeit der Rohrwände durch einen Versuch bezüglich der Ladungsmodalität zu unterstützen.

2. Die Leistungsfähigkeit des Rohres dahin zu fixiren, dass mit demselben aus der Entfernung von mindestens 800 Schritt, eine $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$zöll. Eisenwand durchbohrt werden könne, wobei die Möglichkeit, diese Wirkung zu steigern, keineswegs ausgeschlossen blieb.

3. Die zum Durchschiessen der Panzerung bestimmten Vollgeschosse aus einem das Bersten derselben beim Auftreffen ausschliessenden, genügend widerstandsfähigen Materiale, wie geschmiedetem Gussstahl oder Homogen-Eisen, zu erzeugen, und

4. für die Geschützladungen neben dem gewöhnlichen Geschützpulver auch ein sehr grosskörniges Pulver zu verwenden, welches nach den Erfahrungen anderer Artillerien, bei grossen Ladungen, wie sie bei den proponirten

*) Bei Versuchen zu Berlin im J. 1864 ergaben auch Geschosse aus Gruson'schem „Hartguss" ganz vorzügliche Resultate.

Geschützen zur Erreichung des festgetzten Zweckes nothwendig sein würden, am besten entspricht.

Diese Grundzüge im Auge behaltend, wurde zur Ermittlung einer zweckmässigen Bohrungsform die Erzeugung von zwei gusseisernen Rohren mit $6\frac{1}{2}$zöll. gezogenen Bohrungen, welche mit dem 40pf. Kaliber übereinstimmen, beantragt, wovon das eine die Einrichtung als Vorderladungs-Rohr mit 12 excentrischen Bogenzügen, das andere jene als Hinterladungs-Rohr mit einem einfachen Keilverschlusse und eine dem Whitworth'schen Principe analoge Bohrung, deren Querschnitt ein Achteck bildet, zu erhalten hat.

Für diese Rohre wurde eine gusseiserne Laffete mit einem gusseisernen Rahmen vorgeschlagen, welcher vorn auf einem gusseisernen Reihklotze, und rückwärts mittelst zweier Rollen auf einem Bettungsbogen ruht.

Für die erste Erprobung der Rohre zur Ermittlung der Normalladung, dann ihrer Schussrichtigkeit und Feststellung der Portée wurden cylindro-ogivale, vorne abgeplattete gusseiserne Geschosse mit Führungsringen vorgeschlagen, die bei einer Partie versuchsweise aus Sterometall, bei einer anderen aus Geschützbronze hergestellt sein sollten.

Das vom Artillerie-Komité für die Experimentirungen entworfene Versuchs-Programm theilt dieselben in zwei Gruppen, deren eine den Vorversuch, die andere den Hauptversuch umfasst.

Im Vorversuche sollen die Fragen gelöst werden, welche die Feststellung der Grösse der Ladung und die Ladeart, des Materials der Geschossführungen, die Ermittlung der vortheilhaftesten Dimensionen derselben, dann die allenfallsigen Modifikationen der Abschlussspiegel beim Hinterladungsrohre und überhaupt sonstige, erst beim Schiessen als nothwendig hervortretende Aenderungen erforderlich machen.

Nach diesen Ermittlungen, beziehungsweise Feststellungen, ist auf die zweite Gruppe oder den Hauptversuch überzugehen, welche das Schiessen gegen die freie Ebene unter bestimmten Elevationen zur Ermittlung der Portée, ferner das Schiessen gegen ein vertikales Ziel auf bestimmte Entfernungen zur Verifikation der Portée, und, im Vereine mit den früher erhaltenen Resultaten, zur Ermittlung der Trefffähigkeit der Rohre zu umfassen hat.

In diese Versuchs-Abtheilung gehörte auch die Ermittlung der Treffwirkung gegen Panzerungen, wovon jedoch das hohe Kriegs-Ministerium vorläufig Abstand nahm.

Aus den schon früher besprochenen englischen Versuchen lässt sich die Auftreffgeschwindigkeit ermitteln, welche das beiläufig 100 Pfund schwere Geschoss auf einer Entfernung von 800 Schritt besitzen muss, um $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$zöll. Panzerplatten zu durchbrechen; dieselbe ergibt sich nach angestellten Berechnungen mit 1200 Fuss.

Um jedoch den Vorgang zu vereinfachen, genügt es die Anfangsgeschwindigkeit zu messen, deren Grösse, der eben erwähnten Endgeschwindigkeit auf 800 Schritt entsprechend, nahezu mit 1400 Fuss angenommen werden kann.

Der vom Artillerie-Komité vorgeschlagene Versuchsweg besteht demnach darin, bei mehreren mit verschiedenen Ladungsgrössen unter 1^0 Elevation zu machenden Schuss-Serien mit Vollgeschossen, die Anfangsgeschwindigkeiten zu messen, dabei von einer Minimal-Ladung beginnend, mit der Steigerung der Ladungen so lange fortzufahren, bis die als nöthig erachtete Geschwindigkeitsgrenze von 1400 Fuss erreicht wird, sodann aber mit der letztgefundenen

Ladung die Elevation und Derivation für das direkte Treffen eines 800 Schritt entfernten vertikalen Zieles durch einige Schüsse zu ermitteln.

Um festzustellen, ob Führungsringe von Sterometall oder solche von Bronze vortheilhafter sind, wurde bestimmt, bei den ersten Versuchen die halbe Zahl der zu verwendenden Vollgeschosse mit ersteren, die andere Hälfte aber mit letzteren zu versehen; bei den späteren Versuchen dagegen jene Ringe, welche sich als minder vortheilhaft gezeigt hatten, ganz auszuscheiden.

Einen weiteren zu beachtenden Versuchsfaktor bildet die Ladungsart; nämlich die Ermittlung, ob nicht die Anwendung einer Hohlladung bei den Versuchs-Rohren die Schusspräcision, Haltbarkeit und Ausdauer derselben begünstige und im bejahenden Falle die Feststellung der Grösse der Hohlladung.

Es wurde daher beim Vorderladungs-Rohre der Hohlraum anfänglich auf Eine Kaliberlänge begrenzt und bestimmt, denselben im Verlaufe des Versuches nach Bedarf zu regeln.

Beim Hinterladungs-Rohr handelt es sich darum, welcher Hohlraum im unveränderlichen Ladungsraume nach der ermittelten Pulverpatrone noch erübrigt, und ob derselbe dem angegebenen Zwecke entspricht, oder ob es, wenn er zu gering sein sollte, nicht angezeigt wäre, komprimirte Patronen anzuwenden. Für die anfänglichen Dimensionen dieses Laderaumes sollten die bezüglichen Erfahrungen, welche beim Vorderladungs-Rohre gemacht würden, als Anhaltspunkte dienen.

Zur Schonung der Rohre wurde es ferner für zweckdienlich gehalten, ein eigenes grosskörniges und festes Pulver zu verwenden, dessen Dosirung mit jener des Geschützpulvers übereinstimmt und dessen Körnergrösse derart bemessen ist, dass 27 Körner auf 1 Kubikzoll gehen.

Bei den im Früheren angegebenen Vorgang zur Bestimmung der Ladungsgrösse sind auch die Ermittlungen und Feststellungen betreffs der Geschossführungsringe und der erforderlichen Modifikationen an den Abschlussspiegeln des Hinterladungs-Rohres zu fixiren.

Für jede Versuchs-Serie mit jeder Ladungsgrösse und Ringgattung, so wie hinsichtlich jeder Ladungsweise, werden je 5 Schüsse per Serie veranschlagt; für die Schuss-Serie zur Ermittlung des Aufsatzes und der Derivation beim Zielschiessen auf 800 Schritt 10 und für die Bestimmung der Geschossgeschwindigkeit in dieser Entfernung 5 Schüsse per Geschütz mit Vollgeschossen beantragt.

Geben bei den Geschwindigkeitsmessungen 3 aufeinanderfolgende Schüsse wenig differirende Anzeigen, so ist diese Serie als abgeschlossen zu betrachten.

Als kleinste Geschützladung werden 14 Pfund des grosskörnigen Pulvers beantragt; die Steigerung der Ladungen hat je um 2 Pfund zu geschehen.

Zu den Patronensäcken ist der für die Küsten-Geschütze zu diesem Zwecke vorgeschriebene Schafwollzeug zu nehmen.

Sobald die Grösse der Geschützladung ermittelt wurde, und die übrigen, für die weitere Experimentirung der Rohre massgebenden Feststellungen bewirkt worden sind, ist zunächst die Anfangsgeschwindigkeit der mit der Normalladung verfeuerten Hohlgeschosse bei einer Serie von 5 Schüssen zu messen, um einerseits die Grösse derselben kennen zu lernen, und andererseits das Verhalten dieser Projektile im Rohre und während des Fluges zu erproben.

Der weitere Versuch hat sonach das Portée- und Zielschiessen zu umfassen. Bei Ersterem sind aus jedem Rohre, sowohl mit Voll- als auch mit

Hohlgeschossen Schuss-Serien zu 10 Schüssen unter den Elevationen von 0, 2, 4, 6, 8, 12 und 15 Grad gegen die freie Ebene zu geben, und aus den diesbezüglichen Resultaten die Portéen zu entwickeln; zur Verifikation dieser letzteren endlich hat das Zielschiessen mit Voll- und Hohlgeschossen aus jedem Rohre, und zwar: mit 5 Schüssen per Serie, von den Distanzen von 500, 800, 1200, 1600, 2000 und 3000 Schritt zu geschehen.

Da es sich hier nur um die Treffsicherheit der Rohre handelt, so sind die Hohlgeschosse blind zu adjustiren und durch eine entsprechende Füllung auf ein gleiches Mittelgewicht zu bringen.

Von der Experimentirung der Shrapnels und Büchsenkartätschen wurde in diesem Programme noch abgesehen, weil es überhaupt fraglich erschien, ob es einen Vortheil bieten würde, so gewichtige Küsten-Geschütze, welche die Bestimmung haben, den Eisenpanzer von Schiffen zu durchschiessen, in Anbetracht der geringen Schusszahl, die sie in der Aktion bei der raschen Bewegung des Schussobjektes zu geben Gelegenheit haben werden, auch noch mit diesen beiden Geschoss-Gattungen zu versehen, zumal kleinere Geschütz-Gattungen, die auf den Küstenobjekten ohnehin aufgestellt werden müssen, durch das aus ihnen weit rascher zu bewirkende Shrapnel- und Kartätschenfeuer vollkommen genügen dürften.

Indem das hohe Kriegs-Ministerium die gesammten Anträge des Artillerie-Komité einschliesslich des Versuchs-Programmes genehmigte, bestimmte es zugleich, dass die beiden Versuchs-Geschütze und deren Langgeschosse nach dem Nenngewichte der dem Bohrungs-Durchmesser entsprechenden eisernen Rundkugel zu benennen sind, und dass jedem Centner des zu den Versuchen zu verwendenden grosskörnigen Pulvers, 30 Pfund beigemengt sein dürfen, von welchem 40 Körner auf einen Kubikzoll gehen.

Nachdem von den beiden Versuchs-Rohren das 40pfd. gezogene Vorderladungs-Kanonen-Rohr fertig und auf den Versuchsplatz geschafft worden war, wurden die zur Ausführung der Versuche zunächst erforderlichen Vorarbeiten ausgeführt. Sie betrafen die Herrichtung des Geschützstandes, nämlich das Festlegen des Reihklotzes mit dem Reihrahmen, dann des Bettungsbogens; ferner das Aufführen des Rahmens und der Laffete, sowie das Einlegen des Geschützrohres in letztere, endlich das Aufstellen der beiden Rahmen, der Drahtleitung und der Hütte für den Navez'schen Apparat behufs der Messung der Anfangsgeschwindigkeiten der Geschosse.

Das Legen des Reihrahmens und des Bettungsbogens übergehen wir hier, als von untergeordnetem Interesse.

Nach dem Legen der Bettung bewirkte die Versuchs-Mannschaft das Aufführen des gusseisernen Rahmens unter Anwendung von Hebbäumen, sodann das Aufstellen der Laffete auf den Rahmen, und das Einlegen des Rohres in Erstere mittelst Walzen, Winden, Hebbäumen, ferner mit einer eisernen Aufzugs-Maschine und mit einer eigens hiezu konstruirten Auffahrts-Vorrichtung.

Die ganze Handhabung, wozu 24 Mann genügten, erwies sich, im Hinblicke auf die grossen Lasten, welche zu bewältigen waren, als praktisch und lässt, bei eingeübter Mannschaft, keinen Anstand besorgen.

Das gusseiserne gezogene 40pfd. Vorderladungs-Kanonen-Rohr, gegossen zu Mariazell 1864, hat 12 Bogenzüge, ein Gewicht von 168 Centner 80 Pfund, und ist mit einem getheilten kupfernen Kerne verschraubt.

Das Rohr besteht aus zwei Konussen, hat eine Verstärkung am Kopfe, eine Traube und zwei Schildzapfen; ferner am Ende des Bodenstückes eine Aufsatz-, und vor derselben eine Quadranten-Ebene, dann am Kopfe ein eingeschraubtes prismatisches Visir, jedoch keine Henkel.

Die Hauptabmessungen des Rohres enthält die folgende Tabelle:

Benennung der Theile.		Zoll	Linien	Punkte
Durchmesser	der Bohrung des die höchsten Punkte der Züge berührenden Kreises	6	7	—
	der Bohrung des die tiefsten Punkte der Züge berührenden Kreises	6	9	—
	der Schildzapfen	9	9	—
	„ Angussscheiben	11	3	—
	des Zündloches	—	3	—
	des Rohres am hintersten grössten Kreise	30	—	—
	des Rohres „ vordern Ende des Bodenstückes	28	—	—
	des Rohres hinter der Hohlkehle am Vorderstück	17	8	—
	des Rohres am grössten Kreise des vordern Visirreifes	30	—	—
Länge	des Rohres mit Traube	162	—	—
	des Rohres ohne Traube	146	—	—
	des Bodenstückes	62	—	—
	„ Vorderstückes	100	—	—
	der Bohrung	141	—	—
	des gezogenen Theiles	126	—	—
	der Schildzapfen	7	—	—
Abstand	„ durch die Visirpunkte senkrecht auf die Rohrachse gelegten Ebenen	143	6	—
	des vorderen Visirpunktes von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	15	—	—
	des hinteren Visirpunktes von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	15	—	—
Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche		89	3	—
Vorsetzung der Zündlochachse	auf der Rohrachse	3	3	6
	„ „ Rohroberfläche	8	3	6
Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse		3	3	—
Zwischenweite der Angussscheiben		28	6	—
Stärke des Stossbodens		5	—	—
Die Züge	machen eine Umdrehung auf	233	6	—
	haben daher Windung	0·54		
Drallwinkel . . . Grad		5		
Hinterwucht . . . Pfund		425		

Der Zündlochkern ist aus Kupfer erzeugt und besteht aus zwei getrennten Theilen, dem Kernzapfen und dem Kernkörper.

Der Kernzapfen ist an seinem Obertheile cylindrisch, im Uebrigen schwach konisch; nach der Längenachse auf $2\frac{1}{2}$ Linien ausgebohrt. Er wurde durch Pressen in einer Matrize im warmen Zustande auf seine vorgeschriebene Form gebracht.

Der Kernkörper besteht aus einem Cylinder, dessen unterer Theil mit Gewinden versehen ist. Derselbe hat eine $2\frac{1}{2}$ Linien weite Durchbohrung, und zum Einschrauben in das Rohr zwei prismatische Ansätze, die aber nach der letzterwähnten Operation abgeschnitten wurden.

Das Verschrauben geschah im Allgemeinen in der gebräuchlichen Weise.

Die Untersuchung des Rohres ergab, dass es in Rücksicht auf die festgesetzten Toleranzen, als normal klassificirt werden konnte.

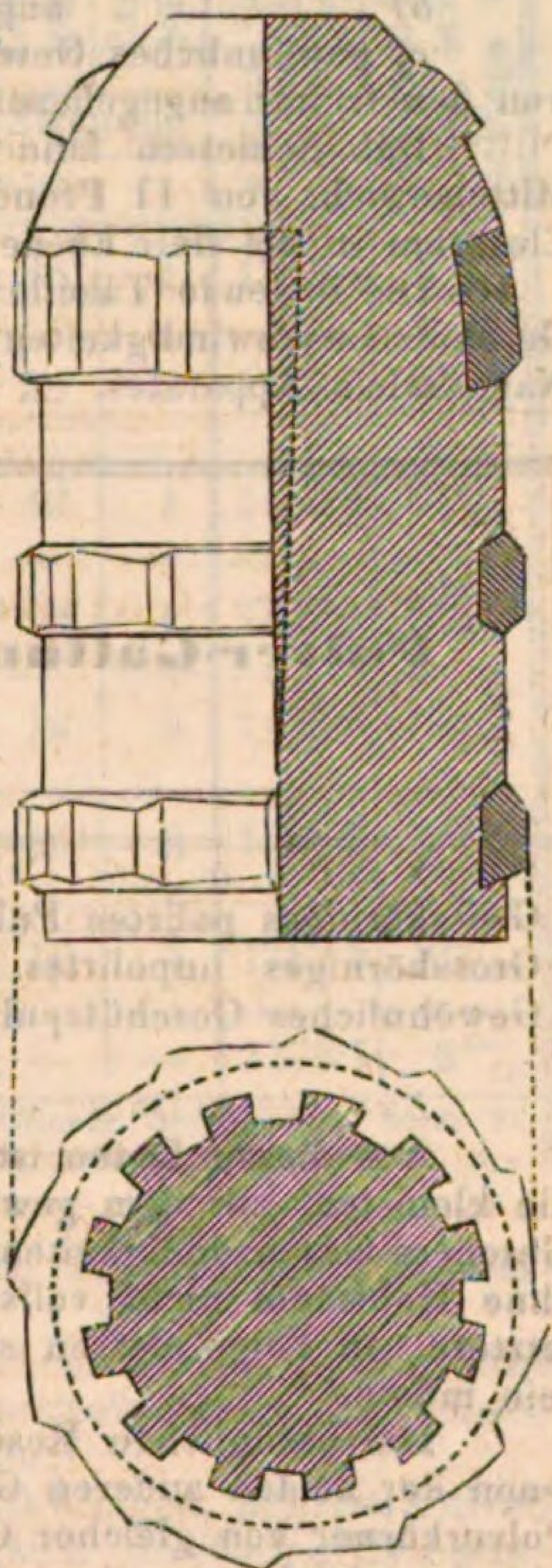
Die aus Gusseisen, ebenfalls in Mariazell, erzeugte Laffete ist im Wesentlichen ein Block, der eine den Schiffs-Laffeten ähnliche Form besitzt, und so wie diese eine schleifende Bewegung auf dem zur Unterlage dienenden Rahmen zulässt.

Letzterer ist ebenfalls aus Gusseisen. (Mit Ausnahme einiger Verbindungsbestandtheile, welche von Schmiedeisen erzeugt sind.) Der dabei in Anwendung gestandene Reihrahmen ist den in der Artillerie eingeführten konform; der Reihklotz von Gusseisen und der Bettungsbogen den bestehenden in der Einrichtung lich.

An **Munition** wurden Vollgeschosse mit Führungsringen aus Sterometall und Patronen sowohl mit grosskörnigem als mit gewöhnlichem Geschützpulver verwendet.

Das gusseiserne **Vollgeschoss**, Fig. 155, besitzt eine cylindro-ogivale Gestalt mit etwas nach aussen gekrümmtem Boden und einer 3 Zoll breiten Abplattung an der Spitze. Dasselbe ist an dem 10 Zoll langen cylindrischen Theile mit 3, in bestimmten Entfernungen senkrecht auf die Geschossachse liegenden Führungsringen versehen, deren Oberflächen nach dem Dralle und konform dem Querschnitte der Bohrung, 12 bogenförmige, excentrische Rippen haben.

(Fig. 155, n. $^1/_6$.)



Diese Führungsringe sind in ringförmige Vertiefungen des Geschosses eingegossen, welche ihrerseits wieder, um ein Verschieben der Ringe zu verhindern, nach der Richtung des Dralles 12 gleich breite, 4 Linien tiefe Nuten erhalten.

Der vordere Führungsring hat eine Breite von 2, jeder der beiden anderen von 1 Zoll; der gegenseitige Abstand der Ringe beträgt $2^1/_4$ Zoll.

Der Halbmesser der Excenterbögen ist 3″—4‴, die Höhe derselben 2‴; der Geschoss-Durchmesser an den Führungsringen 6″ 6‴, daher um 1‴ kleiner als der Bohrungs Durchmesser. Das Mass des Eindrehens an den Zug-Ecken beträgt 4‴—10^{IV}. Zum Eindrehen des Geschosses in die Züge sind 2 Ladewarzen an dem ogivalen Geschosstheile angegossen. Die Gesammtlänge des Geschosses beträgt 13 Zoll, dessen Mittelgewicht 91 Pfund 28 Loth. Vor dem Gebrauche wurden die Führungsringe mit dem beim Feldgeschütze gebräuchlichen Fettgemenge überstrichen.

Die aus Schafwollzeug angefertigten **Patronensäcke** hatten eine cylindrische Form mit abgerundeter Kappe, und waren auf 0·9 des Bohrungs-Durchmessers allongirt.

Die Pulverladungen bestanden in:

14 Pfd. gewöhnlichem Geschützpulver (Patronenlänge 16 $^2/_{12}$″),
14 „ grosskörnigem „ „ 16$^{10}/_{12}$″),
16 „ „ „ „ 18$^{10}/_{12}$″),
18 „ „ „ „ 20$^{10}/_{12}$″).

Das gewöhnliche Geschützpulver besass ein Kubikgewicht von 54 Pfund und eine relative Stärke von 82 Grad. Das grosskörnige, polirte Pulver bestand, wie schon früher erwähnt wurde, aus zwei Körnergattungen, und zwar aus einer, von welcher 27 Körner, und einer anderen, von der 40 Körner auf Einen Kubikzoll gingen.

Von ersterer Gattung wurden 70%, von letzterer 30% genommen, und beide mit den Händen gut untereinander gemengt.

Zur Entzündung der Geschützladung dienten die gewöhnlichen Friktions-Brandel. Die Abfeuerung erfolgte aus der zunächst des Geschützstandes befindlichen Sicherheits-Traverse.

Zur **Bedienung des Geschützes** genügten 8 Mann.

Die dabei in Anwendung gekommenen Requisiten waren folgende:

1 beborsteter mit einem Ess versehener Wischer; 1 Ladzeug, ähnlich jenem beim Feldgeschütze eingeführten, aber am oberen Stangen-Ende mit einem eisernen Quer-Arm zum leichteren Eindrehen des Geschosses versehen; 1 Geschosstrage; 1 Stechraumnadel; 1 Bohrraumnadel; 1 eiserner Zündloch-Durchschlag sammt Hammer; 4 gusseiserne Zugflaschen mit 2 Stück 14° langen, 1″ dicken Seilen; u. s. w.

Die Versuche begannen mit der **Prüfung des grosskörnigen Pulvers**, was auf der gewöhnlichen Pulverprobe nicht vorgenommen werden konnte, durch das Schiessen aus einem gezogenen Feld-8-Pfdr., unter gleichzeitiger Messung der initialen Geschoss-Geschwindigkeit mittelst des elektro-ballistischen Apparates, wobei der erste Rahmen 40, der zweite 140 Fuss von der Mündung des Geschützes entfernt aufgestellt war.

Um bei dieser Prüfung Vergleichsdaten zur Beurtheilung des grosskörnigen gegenüber dem gewöhnlichen Geschützpulver zu erhalten, wurde das Schiessen, unter sonst gleichen Verhältnissen, mit 3 verschiedenen Pulversorten, jedoch mit der konstanten Ladung von 1 Pfund 21 Loth ausgeführt.

Die Patronensäcke hiezu waren die normalen zeugenen, ungekleisterten des Feldgeschützes.

Die versuchten Pulversorten waren:

a) grosskörniges, polirtes Geschütz-Pulver,

b) „ unpolirtes „

c) gewöhnliches Geschütz-Pulver

von den früher angegebenen Eigenschaften.

Das Schiessen fand mit jeder Pulver-Gattung mit blind adjustirten, auf ein Mittelgewicht von 11 Pfund 24 Loth gebrachten 8pfd. Hohlgeschossen unter 2 Grad Elevation in die freie Ebene gegen eine 600 Schritt vom Geschütze entfernte Fahne statt.

Die folgende Tabelle enthält die erhaltenen mittleren Schuss-Resultate, dann die Geschoss-Geschwindigkeiten in dem Abstande von 90 Fuss nach den Anzeigen des Navez'schen Apparates.

Pulver-Gattung	Schusszahl	Des ersten Geschoss-Aufschlages: Mittlere Distanz	Seitenabweichung links	Seitenabweichung rechts	grösste Längen-Streuung	grösste Breiten-Streuung	Geschwindigkeit des Geschosses zwischen den Rahmen des Apparates in Fuss
		in Schritten					
Grosskörniges polirtes Pulver . .	6	1164·7	—	8·9	130	9	981·5
Grosskörniges unpolirtes Pulver	5	1229·0	—	7·9	60	4	1037·0
Gewöhnliches Geschützpulver . .	7	1364·4	—	5·8	117	10	1105·6

Aus diesen Daten ist zu ersehen, dass mit dem grosskörnigen, polirten Pulver die kleinsten, mit dem gewöhnlichen Geschütz-Pulver die grössten Aufschlagweiten und Geschoss-Geschwindigkeiten erreicht werden; dass somit ersteres bei der Ladungsart ohne Hohlraum nicht vollständig oder nicht so rasch im Rohre verbrennt, wie das letztere, in Folge dessen seine Wirkungsäusserung auch eine geringere als bei diesem sein müsse.

Die bezüglichen Resultate des grosskörnigen, unpolirten Pulvers liegen zwichen jenen der beiden anderen Gattungen, und bestätigen die alte Erfahrung, dass unpolirte Pulverkörner von gleicher Grösse und Dichte wie polirte, sich rascher entzünden und lebhafter als diese verbrennen. Da das grosskörnige, unpolirte Pulver sehr hygroskopisch, das Versuchs-Geschütz aber für den Küstendienst bestimmt ist, so wurde von der ferneren Verwendung dieser Pulversorte Abstand genommen.

Was die Schussrichtigkeit des Feld-8-Pfdrs. bei den drei erprobten Pulver-Gattungen betrifft, so kann bei der geringen Schusszahl aus den Streuungen der ersten Geschoss-Aufschläge kein bestimmtes Urtheil zu Gunsten einer der drei Pulversorten gefällt werden. Aus den vorliegenden Resultaten dürfte jedoch die Folgerung statthaft sein, dass überhaupt bei dem Laden des Feld-8-Pfdrs. ohne Hohlraum, weder eine noch die andere Pulver-Gattung einen wesentlichen Einfluss auf die Schuss-Präcision ausübt.

Dem Versuchsprogramm folgend, war die erste mit dem gezogenen 40pf. Vorderladungs-Kanonen-Rohre zu lösende Aufgabe, die Ermittlung der Normal-Ladung.

Das Schiessen erfolgte mit Spitz-Vollgeschossen, unter der Elevation von 2 Graden gegen die freie Ebene. Als Ziel-Objekt diente eine 800 Schritt vor dem Geschütze aufgestellte Fahne.

Bei jedem Schusse wurde die Geschoss-Geschwindigkeit zwischen den Rahmen mit dem Navez'schen Apparate, die Flugzeit bis zum ersten Aufschlage mit einer Tertien-Uhr gemessen, und die erreichte Distanz, so wie die Seitenabweichung von der Schusslinie aufgenommen.

Anfänglich waren an den beiden Seiten der Laffete und des Rahmens, die zur Hemmung des Rücklaufes bestimmten Flaschenzüge eingehängt; da sie sich jedoch als vollkommen entbehrlich zeigten, so wurden sie später entfernt.

Vor dem Schiessen erfolgte das zweimalige Ausflammen des Rohres mit einer blinden, 3 Pfund 27 Loth schweren Pulver-Patrone.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die wesentlichsten Daten der mit den verschiedenen Pulver-Patronen und Ladearten erlangten Mittel-Resultate.

Nr. der Schuss-Serie		Pulver-Patronen	Ladungsart	Zahl der gegebenen Schüsse	Des ersten Geschoss-Aufschlages: mittlere Distanz	mittlere Seitenabweichung rechts	grösste Streuung: Längen	grösste Streuung: Breiten	Mittlere Geschoss-Geschwindigkeit zwischen den Rahmen in Fuss	Mittlere Flugzeit bis zum ersten Aufschlage in Sekund.
					in Schritten					
1	14 Pfund	Gewöhnliches Geschütz-Pulver.	1 Kaliber Hohlraum	3	1568·7	6·3	33	1	1211·6	$3^{32}/_{60}$
2	14 Pfund	Gewöhnliches Geschütz-Pulver.	ohne Hohlraum	3	1520·0	7·7	25	1	1207·6	$3^{25}/_{60}$
3	14 Pfund	Grosskörniges polirtes Geschütz-Pulver, und zwar: $^{7}/_{10}$ des Gewichtes von der Körnung 27 Stück, und $^{3}/_{10}$ von der Körnung 40 Stück Körner auf den Kubikzoll.	1 Kaliber Hohlraum	4	1500·5	5·3	49	1	1183·8	$3^{20}/_{60}$
4	14 Pfund		ohne Hohlraum	2	1689·6	5·5	3	1	1277·1	$3^{40}/_{60}$
5	16 Pfund		1 Kaliber Hohlraum	4	1620·3	5·8	16	3	1243·5	$3^{26}/_{60}$
6	16 Pfund		ohne Hohlraum	5	1774·0	8·3	36	3	1337·9	$3^{40}/_{60}$
7	18 Pfund		1 Kaliber Hohlraum	3	1701·7	8·7	16	3	1292·8	$3^{46}/_{60}$
8	18 Pfund		ohne Hohlraum	2	1851·0	10·0	—	—	1375·1	$3^{50}/_{60}$
					Beim 2. Schusse dieser Serie, d. i. beim 26. Schusse in Allem, zersprang das Rohr.					

Aus diesen Ergebnissen ist zu entnehmen:

dass das Versuchs-Rohr bei allen Schuss-Serien eine ausgezeichnete Schuss-Präcision bewährte;

dass mit der Pulverladung von 14 Pfund mit gewönlichem Geschütz-Pulver und bei der Ladungsart ohne Hohlraum eine kleinere Geschoss-Geschwindigkeit und Schuss-Distanz, als bei jener mit 1 Kaliber Hohlraum erhalten wurde;

dass ferner bei derselben Ladungsgrösse mit dem grosskörnigen, polirten Pulver, der entgegengesetzte Fall eintrat, und die dabei ohne Hohlraum erreichten Geschoss-Geschwindigheiten und Aufschlagsweiten, jene beim gewöhnlichen Pulver unter Anwendung von 1 Kaliber Hohlraum erzielten, um beziehungsweise 65·5 Fuss und 120·9 Schritt übertreffen, somit um ein Bedeutendes grösser sind, was die Ausschliessung des normalen Geschütz-Pulvers bei der weiteren Experimentirung zur Folge hatte.

Wie mit der Pulverladung von 14 Pfund sind auch mit jener von 16 und 18 Pfund des grosskörnigen Pulvers, die Schuss-Distanzen und Geschwindigkeiten beim Laden ohne Hohlraum grösser als bei jenen mit 1 Kaliber Hohlladung.

Diese Zusammenstellungen führen zu dem Schlusse, dass bei der Ladungsart ohne Hohlraum grössere Aufschlagsweiten und Anfangsgeschwindigkeiten erhalten werden, als bei gleicher Pulverladung unter Anwendung des Ladungsmodus mit Hohlraum. — Dass bei ersterem Ladungsmodus die Gassspannung im Rohre verhältnissmässig eine viel grössere war als bei der zweiten Ladungsart, dürfte wohl mit Hinblick auf die vom Oberstlieutenant Uchatius ausgeführten Versuche (Mittheilungen des Artillerie-Komité's, IX. Band, I. Heft) ausser Zweifel stehen; die weiteren Versuche mit dem 40pf. Hinterladungs-Kanonen-Rohre dürften Gelegenheit bieten, die Gasspannungen bei verschiedenen Ladungsarten zu messen und ihren Einfluss auf die Ausdauer der Rohre zu konstatiren.

Ferner lassen die Distanz- und Geschwindigkeitszunahmen bei der Vergrösserung der Geschützladung um je 2 Pfund, nämlich von 14 auf 16 und 18 Pfund, sowohl mit als auch ohne Hohlladung, unter sich ein Abnehmen erkennen, welches zu der Folgerung berechtigt, dass bei dem Versuchs-Rohre — dessen Ausdauer vorausgesetzt — eine grössere Pulverladung als 18 Pfund, keine oder doch nur eine sehr geringe Vermehrung der Aufschlags-Distanz und der Geschoss-Geschwindigkeit herbeigeführt haben würde; 18 Pfund Pulver, ohne Hohlraum geladen, müssen somit als die Maximal-

Ladung angesehen werden. Mit ihr wurde auch eine, der zu erreichenden Anfangs-Geschwindigkeit von 1400 Fuss naheliegende, nämlich jene von 1375 Fuss in der Entfernung von 90 Fuss von der Geschützmündung erzielt; das Rohr barst jedoch beim zweiten Schusse, nachdem aus demselben im Ganzen 26 Schüsse gegeben worden waren. Die Wirkung war, eine bedeutende.

Das Rohr selbst wurde, mit Ausschluss der kleineren Sprengpartikel und Splitter, in 9 grössere Stücke zersprengt; ferner wurden von der Laffete die Schildzapfenlager weggebrochen, und mehrere daran schliessende, so wie einige rückwärtige Theile abgesplittert, an dem Rahmen die Wände unmittelbar hinter der Brücke gebrochen und der hintere Arm des Reihklotzes abgesprengt.

Bemerkenswerth ist es, dass von den abgeschossenen 26 Projektilen (das letzte ausgenommen) bei dreien ein Theil des hinteren Führungsringes fehlte, was jedoch sichtlich nur durch die Geschoss-Aufschläge geschehen war, und dass alle Führungsringe der 25 Geschosse nach der Richtung des Zugdralles, regelmässige Abschleifungen von sehr geringer Tiefe zeigten, was für die gute Anlehnung der Führungsflächen des Geschosses an jene der Züge spricht.

Gestützt auf die im Vorstehenden angegebenen Versuchs-Resultate und basirt auf die entwickelten Erörterungen wird man auf nachstehende Folgerungen geleitet, deren Bestätigung bei der Fortsetzung des Versuches mit dem 40pfd. gezogenen Hinterladungs-Geschütze zu erwarten steht.

1. Das Gusseisen besitzt nicht jene Widerstandsfähigkeit, welche bei einem Geschütze von dem Kaliber und der Konstruktion wie jene des versuchten Rohres und bei der angewendeten Ladeweise, zur Erzielung grosser Geschoss-Geschwindigkeiten erforderlich ist.

2. Das Bogenzug-System, in der Weise wie bei dem versuchten Rohre angeordnet, sichert den Vorderladungs-Rohren grossen Kalibers eine Schuss-Präcision, welche jener der Hinterladungs-Kanonen gleichen Kalibers nicht nachstehen dürfte.

3. Die angewendeten drei Führungsringe entsprechen zwar ganz gut der Geschossführung im Rohre, doch bieten das Sterometall und die Befestigungsweise der Ringe am Geschosskerne — wenigstens in dem zur Anwendung gekommenen Modus — nicht die erforderliche Garantie für das nöthige Festhalten der ersteren. *)

4. Bei Anwendung grosser Pulverladungen in gezogenen Kanonen grösseren Kalibers ist grosskörniges Pulver dem gewöhnlichen Geschütz-Pulver vorzuziehen; auch scheint die Ladung des Geschosses mit einem Hohlraum zur Schonung des Rohres beizutragen.

5. Die Konstruktion und Einrichtung der versuchten gusseisernen Laffete und des Rahmens haben sich als zweckmässig herausgestellt, indem sie eine leichte Bedienung des Geschützes gestatten.

*) Der Hüttenwerkbesitzer Josef von Rosthorn sagt in einem dem hohen Kriegs-Ministerium unterbreiteten Memorandum über einige Uebelstände bei der Erzeugung gusseiserner Geschütz-Rohre grossen Kalibers Folgendes über die Befestigung der Führungsringe:

Bei der gegenwärtigen Methode des Umgiessens der Führungsringe kann es leicht vorkommen, dass der tiefste Punkt eines Führungsbogens gerade ober eine jener Rippen des Geschosskernes zu liegen kommt, welche die Bestimmung haben, das seitliche Verdrehen des Ringes zu verhindern. Letzterer erhält hiedurch an der genannten Stelle eine äusserst geringe Metallstärke, welche der gewaltigen Pressung beim Schusse nicht zu widerstehen vermag, weshalb hier ein Reissen des Ringes eintritt. Herr Rosthorn findet seine Ansicht durch jenes Geschoss, bei dem das Springen des Rohres eintrat und dessen mittlerer abgerissener Führungsring wirklich die oben besprochene Lage hat, vollkommen bestätigt.

Um diesem Uebelstande in Zukunft abzuhelfen, schlägt er vor, die Rippen unter den Ringen durch sägezähnförmige Riffelungen zu ersetzen, wobei die Zahnkeile den Excenterbögen des Ringes entgegen zu stellen wären.

β. Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer.

Beim glatten Rohre.

§. 167. Da die Widerstandsfähigkeit des glatten Rohres bei der Besprechung der zum Geschützguss in Anwendung kommenden Materien und der Metallstärke der Rohre in eingehender Weise erörtert wurde, und bei Gelegenheit der Abhandlung — „Erzeugung der Geschützrohre“ — ebenfalls zur Besprechung kommt, — so bleibt hier nur das Nachstehende zu bemerken.

Die in Oesterreich eingeführten Rohre mit glatter Seele entsprechen den in dieser Beziehung an sie zu stellenden Anforderungen vollkommen.

Die bronzenen Rohre österr. Konstruktion haben durch eine Reihe von Erfahrungen ihre Widerstandsfähigkeit und Ausdauer bewiesen.

Eiserne Rohre, besonders jene des Batteriegeschützes v. J. 1859, haben bei den mit denselben vorgenommenen Ausdauer-Versuchen in Wien eine Widerstandsfähigkeit und Ausdauer gezeigt, welche allen Anforderungen auf das vollkommenste entspricht.

Was die Ausdauer-Versuche mit bronzenen Rohren betrifft, so führen wir hier einige derselben beispielsweise an.

Aus 6pfd. Feldkanonen wurde in den J. 1833 bis 1837 zu Wien mit Kugel- und Kartätschenschiessen so lange fortgefahren, bis sie für den Feldgebrauch untauglich wurden; es zeigte sich erst nach 5404 Kugel- und 208 Kartätschenschüssen eine mittlere Bohrungserweiterung von 2‴ und die grösste einige Zoll vor dem Kugellager nahe 3‴.

Ein 6pfd. Feldkanonenrohr zeigte erst nach 5168 Schüssen, welche während der gewöhnlichen Schiessübungen in Wien aus demselben gemacht wurden, um es nicht durch anhaltendes Feuern Umständen auszusetzen, welche dem Ernstgebrauche nicht entsprechend sind, eine mittlere Bohrungserweiterung von 1‴ 4^{IV}, erst nach 5404 daraus gemachten Schüssen hatte die Wahrscheinlichkeit des Treffens mit Kugeln so abgenommen, dass eine ausgiebige Wirkung aus denselben nicht mehr zu erwarten war; nach weiteren 1612 Schüssen war die Bohrungserweiterung bis auf 1‴ 8^{IV} gestiegen.

In den J. 1856 und 1857 wurden von Seite des k. k. Artillerie-Komité's Ausdauer-Versuche mit dem leichten 12pfd. Feldkanonen- und dem mittleren 7pfd. langen Haubitzrohr vorgenommen; — es wurden 2513 Schüsse aus dem 12pfd. Kanonen- und 1879 aus dem 7pfd. Haubitzrohr abgegeben. Die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer dieser Rohre hatte sich dabei vollkommen bewährt und die Bohrungsbeschädigungen hatten kaum jene Grenze erreicht, welche dieselben für den Feldgebrauch unanwendbar machen. Das 12pfd. schwere Kanonen- und das 7pfd. schwere Haubitzrohr entsprechen in Bezug auf Ausdauer und Widerstandsfähigkeit in gleichem, wenn nicht in höherem Masse.

Aus den mit Bezug auf die Ausdauer bronzener Batteriekanonen gewonnenen Erfahrungen geht hervor, dass dieselbe in den meisten Fällen die Zahl von 2000 Schüssen beträchtlich übersteige.

Bei Versuchen zu Wien zeigte sich an drei 24pfd. Rohren (d. Syst. vor 1823) nach 2070 Schüssen, welche aus jedem derselben binnen 17 Tagen gegeben wurden, die Bohrungserweiterung am Bodenstücke nicht über 1‴.

Bei drei der 30pfd. Mörser war, nach mehr als 2000 Würfen aus jedem, die Kammer nur um 6^{IV} an der Wölbung ausgerissen, wobei täglich 50, 120, selbst 200 Würfe geschehen waren. Eine 24pfd. Batteriekanone, aus welcher, nebst ihrem Gebrauche bei den Schiessübungen, auch noch halbtägig 100 Schüsse gegeben wurden, zeigte nach 1972 Kugelschüssen 13^{IV} Bohrungserweiterung an der Mündung, 9^{IV} im Kugellager und 7^{IV} in der Mitte des Patronenlagers; sie hatte noch hinreichende Schussrichtigkeit, um zum Demontiren verwendet werden zu können. Nach neuen 512 Schüssen, von denen 462 mit Pausen von drei Minuten, und 70 bis 100 an einem Tage gegeben wurden, wobei jedesmal eine bedeutende Erhitzung des Rohres eintrat, war die Erweiterung an der Mündung 30^{IV}, im Kugellager mehr als 3''' und in der Mitte des Patronenlagers 32^{IV}. Dieses Rohr wurde nun, nachdem aus selbem im Ganzen 2484 Schüsse mit 7 Pfd. Ladung geschehen waren, nicht mehr zum Demontiren, wohl aber noch zum Breschschiessen tauglich erkannt. Eine andere 24pfd. Kanone (von der Konstruktion nach dem J. 1823) wurde nach 2425 eben so gegebenen Kugelschüssen wegen Mangel an Schussrichtigkeit unbrauchbar befunden. — Die Zündlochkerne des ersteren Geschützrohres zeigten im Durchschnitte nach 600 Schüssen eine Erweiterung des Zündloches: oben auf $4\frac{1}{4}$, unten auf $6\frac{1}{4}$''' und eine 9^{IV} starke Klaffung des Kernzapfenrandes vom Metall der Bohrung.

Aus allen gemachten Versuchen zeigt sich die mittlere Ausdauer eines Kernes bei Feldkanonen zu 1500, bei Batteriekanonen zu 700 Schüssen.

Die Ausdauer der Geschützrohre ist mit deren Länge im umgekehrten Verhältnisse, wenn die Pulverladung und die anderen einwirkenden Umstände als gleich vorausgesetzt werden.

Bei der Belagerung von Kehl (1796) wurde von 12 k. k. Feld-18-Pfdrn. keiner durch eigenen Gebrauch untauglich, während von 6 fast gleich angestrengten Batterie-18-Pfdrn. 5, von 29 Batterie-12-Pfdrn. 19 am Kopfe und Langenfelde, manche schon im Zapfenstücke, durch Kugelanschläge geborsten waren. (Die Feld-18-Pfdr. waren $79\frac{1}{4}$'', die Batterie-18-Pfdr. $118\frac{5}{6}$'' und die 12-Pfdr. $108\frac{1}{6}$'' lang.)

Ein mit zu grosser Schnelligkeit fortgesetztes Schiessen verdirbt als Folge der starken Erhitzung die besten Batterierohre, sowohl durch grosse Kugellager, welche die Kugeln bersten machen, als durch Auftreibungen am Langenfelde. (Versuche zu Wien 1818 und 1834 bestätigen dies.)

Was weiters die Ausdauer der eisernen Rohre österr. Konstruktion betrifft, so bemerken wir vorangehend, dass Oesterreich im Besitze eines Geschützeisens ist, welches nicht nur keinem anderen nachsteht, sondern jenes der meisten europäischen Staaten an Güte übertrifft.

Von 2278 Stück eisernen Kanonenrohren, fast durchgehends schweren Kalibers, bei welchen blos die gewöhnliche Vorsicht gebraucht wurde, hat keines bis zum J. 1826 durch die Probschüsse irgend eine Beschädigung erlitten, und nie ereignete sich ein Unfall bei dem Gebrauche der in Oesterreich gegossenen eisernen Rohre.

Im J. 1826 wurden drei eiserne 6pfd. Feld-, eine 12- und eine 18pfd. Batteriekanone von den Abmessungen der metallenen Rohre gleichen Kalibers gegossen, deren Rohrgewicht deshalb um 96, 380 und 630 Pfd. weniger betrug, als das der gleichen metallenen Rohre, und um 830 und 840 Pfd. weniger im Vergleiche mit 12- und 18pfd. Vertheidigungskanonenrohren. Aus jedem der drei 6-Pfdr. geschahen bei 10 bis 13° R. Kälte: drei Kugel-

schüsse mit $1\frac{1}{2}$ Pfd., 5 Schüsse mit 2 Pfd., 10 Schüsse mit $2\frac{1}{2}$ Pfd., 5 Schüsse mit $2\frac{3}{4}$ Pfd., und ein Schuss mit 3 Pfd. Ladung, denen sie vollkommen gut widerstanden; ferner wurden aus Einer dieser Kanonen bei gewöhnlicher Temperatur: 10 Kartätschenschüsse mit aufgesetzter Schrotbüchse, dann 100 Kugelschüsse so schnell als möglich abgegeben, wodurch sie sich viel weniger erhitzte, als ein metallenes Rohr bei gleicher Behandlung. (Die Schussweiten verhielten sich dabei zu denen gleicher metallener Rohre wie 114 : 110.)

Die 12- und 18pfd. eiserne Batteriekanone von den Abmessungen metallener Rohre, deren jede nebst den aus ihnen geschehenen Schüssen zur Vergleichung der Tragweiten mit denen gewöhnlicher Batterierohre — worin sich kein Unterschied ergab — auch noch einer Schiessprobe von 10 Kugelschüssen bei vorgesetzten Schrotbüchsen unterzogen wurde, zeigten sich völlig unverändert in der Bohrung, nur ihre Zündlöcher waren unten auf 6‴ erweitert.

Ueberhaupt ist das Verschrauben den eisernen, zu anhaltendem Feuer bestimmten Geschützrohren nicht minder nöthig, als den metallenen, indem sonst, wie die Erfahrung lehrt, 100—200 Schüsse hinreichen, die Zündlöcher unten auf mehr als 1″ und oben auf 5‴ zu erweitern.

Bei einem im J. 1845 auf Anordnung der k. k. General-Artillerie-Direktion vorgenommenen Ausdauer-Versuche mit 2 der 6-, 2 der 12- und 2 der 18pfd. Vertheidigungs-Kanonen hatten dieselben 2500 Kugel- und 10 Kartätschenschüsse ausgehalten; ein 18pfd. Rohr, mit welchem, nach den Anzeichen der geringsten Ausdauer desselben unter den Versuchsrohren, die Erprobung fortgesetzt wurde, sprang beim 2762. Schusse.

Im J. 1846 wurde dieser Versuch mit einem 12- und 18pfd. Rohr fortgesetzt, welche im J. 1845 schon 2510 Schüsse ausgehalten hatten, und aus denselben im Ganzen 6510 Schüsse mit voller Ladung gegeben. —

Die grösste Bohrungserweiterung war nach dieser Zahl von Schüssen, in einem Abstande von 10 bis 12″ vom Boden gerechnet, beim 12pfd. Rohr 10 bis 11^{IV}, beim 18pfd. 10 bis 12^{IV}; und die übrigen Bohrungsbeschädigungen (Risse vom Kernzapfenloch gegen den Stossboden) waren noch nicht derart, dass man auf den weiteren Gebrauch dieser Geschützrohre hätte verzichten müssen, weil dieselben auf das nahe bevorstehende Zerspringen der Rohre nicht hinwiesen.

Wie weit schon in jener Zeit das österr. Eisen und Gussverfahren jene anderer Länder übertraf, zeigen unter anderen die im J. 1836 in Frankreich mit eis. Kanonenrohren durchgeführten Ausdauerversuche (siehe Memorial de l'artillerie V). Die diesen Versuchen beigezogenen, aus den berühmtesten Eisengiessereien stammenden Rohre sprangen bei $\frac{1}{3}$ kugelschwerer Ladung, wie folgt:

Ein 24pf. in Lüttich	(Belgien)	gegoss.	Rohr	beim	335.	Schusse,
„ „ „ „ Aker	(Schweden)	„	„	„	731.	„
„ „ „ „ Carron	(Schottland)	„	„	„	595.	„
„ 16 „ „ Ruelle	(Frankreich)	„	„	„	503.	„

Bei einem in Wien in neuerer Zeit (1852—1854) mit eis. Vertheidigungskanonen vorgenommenen Versuch über die Haltbarkeit der Rohre, bei welchem 2 der 12pfd. Vertheidigungs-Kanonen (nach der Konstruktion v. J. 1850) einer Tormentirprobe und darauffolgend einer Gewaltprobe bis zum Zersprengen ausgesetzt wurden, ergaben sich die nachstehenden Resultate:

Für die Tormentirprobe waren 46 Schüsse bestimmt, welche in 6 Serien abgetheilt waren, u. z.

Die 1. Serie 10 Schüsse mit $^1/_3$ kugelschwerer Ladung ($3^8/_{32}$ Pfd. Geschützpulver) und 1 Vollkugel;
„ 2. „ 10 „ „ $^1/_3$ kugelschwerer Ladung und 2 Vollkugeln;
„ 3. „ 10 „ „ $^1/_2$ „ „ ($4^{29}/_{32}$ Pfd. Geschützpulver) und 3 Vollkugeln;
„ 4. „ 10 „ „ $^3/_5$ kugelschwerer Ladung ($5^{28}/_{32}$ Pfd. Geschützpulver) und 4 Vollkugeln;
„ 5. „ 3 „ „ $^1/_3$ kugelschwerer Ladung und 2 Vollkugeln;
„ 6. „ 3 „ „ $^1/_3$ „ „ „ 1 Vollkugel.

Die Rohre lagen in ord. Vertheidigungs-Laffeten. Die Geschütze standen auf einer versenkt gelegten, horizontalen Belagerungsbettung; die Rohrachse hatte 1 Grad Elevation; für die Begrenzung des Rücklaufes war entsprechend gesorgt. Sowohl auf die Patrone, als auf die letzte Kugel wurde ein aus altem Strickwerk erzeugter Vorschlag angesetzt.

Beide Rohre widerstanden der Tormentirprobe.

Nach jeder Serie wurden die Rohre visitirt, Zündlochabdrücke in Wachs genommen und die Bohrungen mit dem Spiegelinstrumente besichtiget.

An der Oberfläche der beiden Rohre wurde nach Beendigung der Tormentirprobe keine Veränderung wahrgenommen. Die Bohrungen zeigten blos einige schwache Kugelstreifen von unmessbarer Tiefe. Schon nach der 3. Serie waren um die unverschraubt gebliebenen Zündlöcher herum feine Risse erkennbar, welche sich bei den folgenden Serien sowohl in ihrer Längen- als Breiteausdehnung allmälig vergrösserten. Die grössten dieser Risse hatten eine Länge von nur 15'''; einige zogen sich an der Kante der Stossbodenabrundung hin. Die Zündlöcher selbst zeigten an der Oberfläche der Rohre eine Erweiterung um $^1/_3$—$^3/_4$'''; sie. waren an ihrem unteren Rande mehr oder weniger ausgebröckelt.

Weiters waren für die Gewaltprobe als 7. Serie 15 Schüsse angetragen, und zwar: mit 1 kugelschwerer Ladung ($9^{26}/_{32}$ Pfd. Geschützpulver) und 5 Vollkugeln in 3 Abtheilungen zu je 5 Schüssen.

Die Vorschläge wurden so, wie bei der Tormentirprobe angegeben, angewendet. Die Rohre wurden Behufs dieses Versuches in ein, aus 8zölligen Balken gezimmertes und mit eisernen Bolzen verbundenes Schleifgestelle eingelegt, und auf eine versenkte Belagerungsbettung aufgeführt; auch hier war für die Hemmung des Zurückspringens des Rohres die entsprechende Vorkehrung getroffen.

Die Oberfläche der Rohre blieb bis zum letzten Schusse stets unverändert. Die Kugelstreifen in der Bohrung zeigten sich nicht bemerkbar verändert. Die nur mit dem Spiegelinstrumente erkennbaren Risse um das Zündloch hatten sich um ein Geringes verlängert, während die Erweiterung der Zündlöcher nur unbedeutend zugenommen hatte.

Das eine 12pfd. Rohr hatte 55, das andere 57 forcirte Schüsse ausgehalten.

Bei einem weiteren Versuch mit 2 der 12pfd. eis. Vertheidigungskanonen (d. Konstrukt. v. J. 1850) hatten dieselben die oben bezeichneten 7 Serien, d. i. 61 Schüsse unter gleichen Umständen ausgehalten und es wurden noch die nachfolgenden Schüsse aus denselben abgegeben: 8 Schüsse, der 1. Schuss mit 1 kugelschwerer Ladung und 6 Vollkugeln, die ferneren Schüsse mit Vermehrung von 1 Kugel bei jedem folgenden Schusse bis zu 13 Kugeln aufsteigend; sodann 1 Schuss mit $1^1/_2$ kugelschwerer Ladung ($14^{23}/_{32}$ Pfd.

Geschützpulver) und 13 Vollkugeln; 1 Schuss mit doppelt kugelschwerer Ladung ($19^{20}/_{32}$ Pfd. Geschützpulver) und 13 Vollkugeln.

Die folgenden Schüsse mit 1 kugelschwerer Ladung, 5 Vollkugeln und 2 Vorschlägen.

Das eine 12pfd. Rohr hielt 75, das andere 98 forcirte Schüsse aus. Von dem Verhalten der Rohre bis zum und beim Zerspringen gilt im Allgemeinen das früher Gesagte; die Bohrungen hatten viele sehr seichte Streifen, welche von zerschellten Kugeln herrührten. Die Zündlöcher der Rohre waren unmittelbar vor dem Zerspringen an der Aussenfläche 5 bis 7·5''' erweitert; die feinen Risse in der Bohrung um das Zündloch hatten an Ausdehnung zugenommen. (Im Uebrigen siehe §. 187.)

Was die eisernen Rohre des Batteriegeschützes v. J. 1859 insbesondere betrifft, so haben dieselben bei den mit denselben von 1856—1859 durchgeführten Versuchen Beweise ihrer Widerstandsfähigkeit gegeben, welche alle Anforderungen an dieselben befriedigen; so wurden beispielsweise Rohre, welche bei allen früheren Schiessversuchen angewendet wurden, im J. 1858 auch noch einem Rikoschet-Versuch beigezogen, und bei demselben aus dem leichten 12-Pfdr. 955, — aus dem kurzen 24-Pfdr. 946, — aus der 7pfd. Granatkanone 1315, aus der 7pfd. kurz. Haubitze 903 und aus der 30pfd. kurz. Haubitze 1414 Schuss abgegeben.

Sämmtliche Rohre blieben durchweg intakt; nur geringe Klaffungen am Kernzapfen machten sich bemerkbar; — was ein neuer Beleg für die Vortrefflichkeit des österreichischen Geschützgusseisens ist.

Die 30pfd. lange Haubitze hat bei der Ladung von 12 Pfd. und einem Geschossgewichte von 63 Pfd., bei den Versuchen im J. 1857 zu Wien, 758 Schüsse ausgehalten, ohne hiebei irgend eine Herabwürdigung erfahren zu haben.

Aus einer 48pfd. Küstenkanone wurden mit 13 Pfd. Ladung und einem 39 Pfd. schweren Geschosse 866 Schüsse, und aus einem 60pfd. Küstenmörser mit 14 Pfd. Ladung und einer 115 Pfd. schweren Bombe 300 Würfe gemacht, und hierauf für jeden weiteren Gebrauch noch völlig tauglich erkannt.

Nach den gewonnenen Erfahrungen über die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer der eisernen Rohre wurde festgesetzt, dass zur Klasse *A* (die brauchbarsten Rohre, welche noch wenigstens 1000 Schüsse mit Sicherheit und Verlässlichkeit auszuhalten vermögen) alle noch unverschraubten, sonst fehlerfreien, in Oesterreich erzeugten Rohre vom ersten Gusse (welche daher im Allgemeinen eine Ausdauer von 1100—1400 Schuss versprechen), dann alle nur einmal verschraubten Rohre vom 2 Gusse (welche daher nach etwa ausgehaltenen 1500 Schuss noch eine zuverlässige Ausdauer auf weitere 1000 Schuss versprechen) zu zählen haben. Aus den durchgeführten Versuchen mit eisernen Geschützrohren lässt sich der Schluss ableiten: Dass eiserne Geschützrohre vom zweiten Gusse aus Mariazeller Eisen erzeugt, selbst von dem Momente an, in welchem Risse in der Gegend des Kernzapfenloches bemerkbar werden, noch für eine grosse Zahl Schüsse verlässlich bleiben.

Dieser für den Gebrauch unserer eisernen Rohre so günstig lautende Ausspruch kann für fremdländische Rohre nicht allgemeine Anwendung finden. So z. B. wurde in der preussischen Artillerie — welche die erste war, die dem Vorkommen von Rissen um das Zündloch oder an dem Boden der Bohrung in Folge des Umstandes Aufmerksamkeit schenkte,

dass in mehreren Fällen bei eisernen Geschützrohren vor deren Zerspringen das Entstehen von feinen Rissen um das Zündloch wahrgenommen worden war — schon im Jahre 1833 die Anordnung getroffen, dass man bei dem Gebrauche eiserner Rohre ein besonderes Augenmerk auf derlei Risse zu richten habe, und dass jedes eiserne Geschützrohr, bei welchem selbe bemerkt werden, zu den unbrauchbaren Beständen zu übertragen sei, weil diese Risse erfahrungsgemäss als sichere Vorboten des Zerspringens zu betrachten seien.

Geht man näher in die Angaben ein, welchen Versuche zu Grunde lagen, die in Preussen mit eisernen Rohren gemacht wurden, so drängt sich unwillkürlich die Ansicht auf, dass, wenn auch bei Rohren von weniger zähem Eisen das Vorkommen von Rissen nicht später eintritt als bei Rohren von zähem Eisen, doch dasselbe weit später erkennbar wird.

Das Vergrössern der Breiten- und Längen-Dimensionen der Risse schreitet unter sonst gleichen Umständen bei Rohren, welche aus zähem Eisen erzeugt sind, schneller fort als bei Rohren aus minder zähem Eisen, während hinsichtlich des weit gefährlicheren Tiefergreifens der Risse das Umgekehrte gilt.

Bei bekannter Eisensorte gestatten demnach die Dimensionen der Risse, auf die mehr oder minder grosse Verlässlichkeit des Rohres einen Schluss zu ziehen. Die Eisensorte hat nämlich hierauf insoferne Einfluss, als sie wesentlich Ursache der mehr oder minder deutlichen Wahrnehmbarkeit dieser Risse ist; je besser die Eisensorte ist, d. h. je mehr selber ein gewisser Grad von Geschmeidigkeit zukommt, um so deutlicher lässt sich die allmälige Erweiterung der Risse erkennen, um so ferner liegt jedoch die Grenze der Dimensionen der Risse, deren Ueberschreiten das Geschütz für den ferneren Gebrauch untauglich macht, und so umgekehrt.

In Berücksichtigung des Vorgesagten erscheint es daher ganz angezeigt, die fremdländischen eisernen, bekanntlich aus wenig zähem Eisen erzeugten Rohre, die sich noch in unseren Beständen befinden, so wie die inländischen Rohre vom ersten Gusse vor und während einer andauernden Verwendung hinsichtlich des Vorkommens von Rissen einer sorgsamen Beobachtung zu unterziehen und sich dabei des hiezu vollkommen geeigneten Geschützbohrungs-Spiegels*) zu bedienen. Man wird ferner immerhin gut thun, vorsichtshalber die Möglichkeit anzunehmen, dass Rohre von sprödem, wenig festem Eisen bei starken Ladungen auch ohne Sichtbarsein von Rissen zerspringen können, und sich daher zu hüten haben, selben angestrengte Leistungen aufzubürden. Ingleichen gebietet die Sicherheit des Gebrauches, derartige Rohre für unbrauchbar zu erklären, sobald deren unverschraubte Zündlöcher stark erweitert sind, da dieselben nach den Erfahrungen der niederländischen und belgischen Artillerie sodann an der Grenze der Ausdauer stehen.

Ebenso muss als nöthig erkannt werden, den Gebrauch selbst der besten eisernen Rohre nur bis zu einer bestimmten Schusszahl zu gestatten,

*) Durch die Anwendung des Geschützbohrungs-Spiegels ist das Mittel geboten, das Vorkommen der Risse einer scharfen Beobachtung unterziehen, etwa in dieser Beziehung eintretende abnormale Erscheinungen entdecken und sonach entscheiden zu können, ob das betreffende Geschützrohr noch ferner zum Dienstgebrauche tauglich sei, oder nicht, was für die Sicherheit beim Gebrauche von erheblicher Wichtigkeit ist.

da bei längerem Schiessgebrauche um das Kernzapfenloch regelmässig die mehrfach besprochenen Risse sich bilden, deren Erweiterung und Tiefergreifen endlich das Zerspringen des Rohres herbeiführen müssen.

Aus dem oben Gesagten geht zur Genüge hervor, dass die in Oesterreich systemisirten Geschützrohre mit glatter Seele eine Widerstandsfähigkeit und Ausdauer besitzen, welche bei den bestehenden Konstruktionsverhältnissen der Rohre als genügend bezeichnet werden muss; doch sagt dies keineswegs, dass die am Schlusse dieses Abschnittes entwickelten Anschauungen unberücksichtigt bleiben sollen.

Beim gezogenen Rohre.

§. 168. Beim gezogenen Rohre ist die Beachtung seiner Widerstandsfähigkeit eine noch gebotenere, und zwar deshalb, weil die Erfahrungen in dieser Beziehung keineswegs so gross sind wie beim glatten Rohre und weil demselben nach dieser Richtung auch mehr aufgebürdet wird. Die aus Bronze gegossenen gezogenen Geschützrohre erleiden wegen der beträchtlichen Reibung, welche zwischen den Führungstheilen der Geschosse und den Wänden der Züge stattfindet, eine Abnützung, die mit längerem Gebrauche zunimmt und die Treffwahrscheinlichkeit allmälig vermindert. Aus dieser Ursache haben auch gezogene Rohre eine geringere Ausdauer als glatte.

Obwohl die Leistungen bronzener Rohre in dieser Beziehung noch immer als befriedigend angesehen werden können, so bleibt dieser Umstand doch zu berücksichtigen.

Die Widerstandsfähigkeit der 3-, 4- und 8pf. österr. Bogenzug-Rohre hat sich bei den Versuchen als vollkommen entsprechend bewährt. Was die Ausdauer dieser Rohre betrifft, so geht aus den diesfalls erlangten Versuchs-Resultaten hervor, dass man aus einem 4pf. Bogenzug-Geschützrohre 800, aus einem 8pf. 600—700 scharfe Schüsse geben könne, bevor die Treffwahrscheinlichkeit in beträchtlichem Grade abnimmt. Welche Leistung für bronzene Rohre als ganz befriedigend angesehen werden kann. Die Schusszahl bis zum ersten Wiederverschrauben beträgt beim 4pf. Rohr bei 750, beim 8pf. 650. Nach 1500 Schüssen beim 4- und nach 1300 Schüssen beim 8pf. Rohre ist die Abnützung der Züge gewöhnlich so beträchtlich, dass die Rohre zum Umgusse zu klassificiren sind.

Dass diese Ausdauer gegen jene glatter bronzener Rohre zurücksteht, ist selbstverständlich, doch lässt sich eine beträchtlich grössere Ausdauer bei gezogenen Rohren kaum erreichen.

Die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer der 3-, 4- und 8pf. Bogenzug-Geschütze, bei welchen nahe gleiche Metallstärken wie bei den in dieser Beziehung vielfältig erprobten Schiesswoll-Kanonen vorkommen, muss um so mehr als entsprechend anerkannt werden, wenn man berücksichtigt, dass die letzteren Rohre der viel brisanter wirkenden Schiesswolle noch genügenden Widerstand entgegen setzten, und auch eine genügende Ausdauer zeigten.

Dass die Ausdauer bei Bogenzug-Geschützen bei der hier vorkommenden Bohrungs- und Geschoss-Konstruktion eine grössere sein muss als bei La Hitté-Geschützen, lehrt eine einfache Betrachtung. Uebrigens haben die bis nun zu mit diesen Geschützen durchgeführten Versuche

und ihre Verwendung im deutsch-dänischen Feldzuge (1864) ihr Entsprechen nach beiden Richtungen auch vollständig dargethan.

Die 6- und 12pf. gezog. Kanonenrohre (nach dem Systeme La Hitte), welche eine nicht unbedeutende Widerstandsfähigkeit besitzen, sind in ihrer Ausdauer wegen der bedeutenden Bohrungsbeschädigungen, die bei denselben vorkommen, nicht als genügend anzusehen; eine genügende Ausdauer dieser Rohre liesse sich nur durch die Anwendung einer anderen Geschützmaterie oder durch Veränderungen in der Rohr- und Geschosskonstruktion erreichen.

Allein nachdem es kaum mehr zweifelhaft ist, dass diese Geschütze in ihrer gegenwärtigen Einrichtung in Oesterreich aufgelassen werden, so wollen wir hier von einer weiteren Besprechung ihrer Ausdauer ganz absehen.

Auch die gez. Rohre dieses Systems der französisch. Artillerie entsprechen in Bezug ihrer Ausdauer nicht in der gewünschten Weise, denn auch die excentrische Zugbasis und die Verengung des untersten Zuges, obwohl die Konservirung der Bohrung befördernd, haben denselben eine genügende Ausdauer nicht zuzuwenden vermocht, indem besonders die Rohre grösseren Kalibers nach 300 bis 400 Schüssen im rückwärtigen Bohrungstheile sehr beträchtliche, die Brauchbarkeit eines solchen Rohres in Frage stellende Beschädigungen zeigen.

Die Widerstandsfähigkeit der 3pf. Gebirgs- der 4- und 8pf. Feldgeschützrohre nach dem Systeme Lenk muss als genügend bezeichnet werden, da die mit denselben durchgeführten Versuche dies bis zur Evidenz dargethan haben. So hat beispielsweise ein 4pf. Rohr bei diesen Versuchen 1500 Schüsse ausgehalten, ohne aus der Klasse *A* für den Feldgebrauch auszuscheiden. Dabei ist nicht zu übersehen, dass die Schiesswolle viel brisanter wirkt als Pulver, was eine erhöhte Widerstandsfähigkeit des Rohres am Verbrennungsraume fordert. Für die genannten Rohre würde — wenn die Schiesswolle anders als Schiesspräparat noch Eingang findet — die am Schlusse dieses Abschnittes angehängte Betrachtung über die Mittel zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Rohre, der Beachtung besonders würdig sein.

Was die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer der gezogenen eisernen Hinterladungsrohre betrifft, so haben die anfänglichen Versuche mit denselben, weiters jene bei der Beschiessung des Roth-Neusiedler Thurmes nächst Wien im Oktober 1861 und die zu Verona im J. 1862 vorgenommene Beschiessung mehrerer Objekte, auch bei diesen Rohren, die Vorzüglichkeit des österreichischen Geschütz-Eisens und Gussverfahrens mit Bezug auf die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer glänzend bewiesen.

Was die Widerstandsfähigkeit der Verschlussvorrichtung dieser Rohre insbesondere betrifft, so ist dieselbe in neuerer Zeit als befriedigend anzusehen, doch muss auch jetzt noch den Theilen des Verschlusses bei ihrer Prüfung die sorgfältigste Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Wir verweisen in dieser Beziehung auf einen von Seite der Versuchs-Kommission am Schlusse des oben erwähnten Veroneser-Versuches — nachdem bei demselben bei 2 der 24pf. Kanonen die Quercylinder gebrochen wurden, so wie auch andere geringe Beschädigungen bei den Verschlussapparaten der in Verwendung gestandenen Rohre vorgekommen waren — gestellten Antrag. Derselbe lautet:

„Die wiederholt und nach geringer Schusszahl erfolgten Beschädigungen

der Verschlussapparate, besonders die Brüche zweier Quercylinder scheinen hauptsächlich ihren Grund in der minderen Qualität der zur Erzeugung dieser Theile verwendeten Materie zu haben. Wenn ähnliche Fälle in gleichem Massstabe während eines Krieges vorkommen würden, so dürften die den Festungsgeschützen beigegebenen Reserve-Verschlussvorrichtungen bald erschöpft, hiedurch die Vertheidigungsfähigkeit eines festen Platzes, oder die Thätigkeit eines Angreifers in fühlbarem Grade geschwächt werden. Es ist also jedenfalls eine dringende Nothwendigkeit, den für die Hinterladungskanonen bestimmten Verschlusstheilen die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden, besonders bei dem Umstande, als nach den gemachten Erfahrungen sowohl die äussere Untersuchung, wie auch die mit neu erzeugten Hinterladungskanonen ausgeführten Tormentirproben über die gute Beschaffenheit der genannten Theile einen vollkommen sicheren und genügenden Aufschluss nicht geben."

„Zur möglichen Abhilfe des erwähnten Uebelstandes dürfte es zweckmässig sein, die Materien zur Erzeugung der Verschlusstheile, hauptsächlich den Gussstahl, ohne Unterschied des Ortes, wo die Rohre gegossen und angefertigt werden, nur aus Einer Quelle und zwar von jenem Industriellen zu beziehen, dessen Produkte in der gedachten Richtung sich nach den bisherigen Erfahrungen am besten bewährt haben." —

§. 169. Um die Widerstandsfähigkeit der Geschützrohre von bestimmter Metalldicke zu erhöhen bieten sich von selbst drei Wege dar:

1. Durch rationelle Vervollkommnung des Gussverfahrens.
2. Durch die Wahl der zur Rohr-Erzeugung geeignetesten Materien.
3. Durch die Hervorrufung einer künstlichen Metallkonstruktion im Rohre, durch die mechanische Erzeugung desselben oder sonstiger künstlicher Mittel.

Was diese drei Punkte im Allgemeinen betrifft, so sollen hier die nachfolgenden Bemerkungen Platz finden.

Die von Frankreich im J. 1859 begonnene und in kürzester Zeit allgemein verbreitete Einführung gezogener Geschütze hatte der Artillerie eine Leistungsfähigkeit verliehen, welche allen durch die Beschaffenheit der dermaligen Kampfobjekte bedingten Forderungen mehr als zu genügen versprach. Aber während die Artillerie noch in der ersten Ausbildung und Erprobung ihrer neuen Waffe begriffen war, hatte die Kriegskunst durch den Bau der Panzerflotten neue Kampfobjekte geschaffen, deren mächtiger Widerstandsfähigkeit die Wirkung gezogener Geschütze von gewöhnlicher Grösse und Einrichtung nicht gewachsen war. Die Panzerung der Kriegsschiffe, sowie die seither versuchte Anwendung des Eisens zur Verstärkung und Erbauung fortifikatorischer Werke mussten in der Artillerie das Streben hervorrufen, die Leistungsfähigkeit ihrer Waffe abermals zu steigern, um so den neuen Gefechtsobjekten genügend kräftige Zerstörungsmittel entgegensetzen zu können.

In diesen Bemühungen ging England allen anderen Staaten voran, und kam auch durch Beharrlichkeit und einen ungeheuren Aufwand geistiger und materieller Kräfte der befriedigenden Lösung des Problems am nächsten. Mit der Steigerung der Geschützwirkung war gleichzeitig die Aufgabe verbunden, den Geschützrohren durch die Wahl der Rohrmaterie und die Fabrikationsweise eine, den verlangten Maximaleffekten und dem durch letztere bedingten grossen Pulverladungen und Kalibern angemessene Festigkeit zu ertheilen.

Die Bemühungen nun durch die Wahl der Materie und die Fabrikationsweise der Geschützrohre, die Widerstandsfähigkeit und die Ausdauer derselben zu erhöhen, zeigen sich im Folgenden:

a) Durch das Verfahren Armstrong's, welcher Geschützrohre in Bezug auf Länge und Dicke aus mehreren nach Art der Bandläufe erzeugten schmiedeisernen Rohrstücken und Ringen zusammengesetzt hat.

b) Durch die Whitworth'sche Methode, wobei die Rohre aus homogenem Metall massiv gegossen, dann unter Dampfhämmern geschmiedet und für grosse Kaliber überdies mit schmiedeisernen Ringen umgeben werden.

c) Durch die von der englischen Mersey-Eisengesellschaft befolgte Erzeugungsweise, Rohre selbst des grössten Kalibers und bis zum Gewichte von nahezu 500 Ctr. durch Zusammenschweissen verhältnissmässig kleiner schmiedeiserner Barren zu fabriciren, und hiebei die Masse des Geschützrohres entweder über einem Dorn, oder massiv zu schmieden.

d) Durch den von derselben Gesellschaft betretenen Weg, Geschützrohre aus Gerbstahl zu schmieden.

e) Durch Krupp's Verfahren, Geschützrohre vom kleinsten bis zum grössten Kaliber aus Stahl massiv zu giessen, und die Gussstücke nach abermaliger Hitzung mittelst Dampfhämmer zu bearbeiten.

f) Durch den massiven Guss aus Bessemer-Stahl, wobei die gegossenen Stücke, sobald sie hinlänglich erstarrt und noch in der Rothglühhitze sind, gleichfalls mittelst Dampfhämmer geschmiedet werden.

g) Durch Kapitän Blackely's Verfahren, die aus Gusseisen in der gewöhnlichen Weise erzeugten Rohre mit schmiedeisernen Ringen zu umgeben.

h) Durch die von Longridge angewendete Drahtkonstruktion.

i) Durch das von Rodman (gegenwärtig Major in der nordamerikanischen Artillerie) angegebene Verfahren des Hohlgusses der Rohre — endlich

k) durch den massiven Guss aus Roheisen auf die übliche Art ohne irgend eine fernere, die Festigkeit des Rohres bezweckende Behandlung und durch den Guss aus der gewöhnlichen Geschützbronze.

Die aufgezählten verschiedenen Materien und Methoden, welche man bei der Erzeugung von Geschützrohren angewendet hat, liefern den Beweis, wie sehr die Wichtigkeit dieses Gegenstandes von der Artillerie, sowie von der Privatindustrie gewürdiget wurde, und bieten im reichlichen Masse interessanten und nutzbaren Stoff für artilleristische Studien.

§. 170. Was den ersten der drei im §. 169 erwähnten Punkte insbesondere betrifft, so wurde demselben in Oesterreich vollständig Rechnung getragen, und die dadurch erreichten Resultate müssen als nach allen Richtungen befriedigende bezeichnet werden. Wir verweisen hier ebenfalls auf den Abschnitt „Erzeugung des Rohres“ — wo am Schlusse von den Bestrebungen die Rede ist, die Widerstandsfähigkeit der Rohre durch das Gussverfahren zu erhöhen.

Was den zweiten Punkt betrifft, so war man bis jetzt bei der Vortrefflichkeit des österreichischen Gusseisens noch nicht veranlasst, von dem Schmiedeisen und dem Gussstahl, denen man allgemein eine grössere

Leistungsfähigkeit nach dieser Richtung zuerkennt, in Oesterreich eine ausgedehntere Anwendung zu machen. (Siehe Materie der Geschützrohre.)

Was schliesslich den dritten Punkt betrifft — nämlich die Widerstandsfähigkeit der Rohre durch eine künstliche Metallkonstruktion etc. zu erhöhen — so erscheint uns derselbe von einem höheren Interesse, weshalb wir ihm im Folgenden eine eingehendere Betrachtung widmen.

§. 171. Mangelhafte Ausdauer der Geschützrohre grossen Kalibers von natürlicher Metallkonstruktion*) und Ursachen derselben. Es ist eine in der Geschützkunde bekannte Thatsache, dass die Unsicherheit des Gebrauches eiserner Rohre mit der Zunahme des Kalibers wächst; in England ist es erwiesen, dass keiner der eingeführten 68-Pfdr., bei der vollen Ladung von 16 Pfd. Pulver, mit Sicherheit abgefeuert werden kann, und man betrachtet daselbst schon den 18-Pfdr. als die äusserste Kalibergrenze, über welche hinaus die Unsicherheit des Gebrauches beginnt. Von den grösseren Geschützrohren, mit denen man einem begonnenen Kampfe ein rasches Ende zu machen gedachte, indem man sich wie z. B. in Nordamerika lange vor Beginn des gegenwärtigen Kampfes bei der Armirung der Kriegsschiffe von der Idee leiten liess, lieber weniger Geschütze, diese jedoch von möglichst grossem Kaliber zu verwenden, — sprangen manche ganz unerwartet nach wenigen Schüssen, ohne dass man auf den Bruchflächen fehlerhafte Stellen im Eisen entdeckte, und man konnte von Glück sagen, wenn bei einem solchen Ereigniss kein Menschenleben eingebüsst wurde.

Diese Unsicherheit des Gebrauches grosser Geschützrohre gilt nicht allein, wenn dieselben aus Gusseisen, sondern auch — jedoch in minderem Masse — wenn sie aus Schmiedeisen, oder selbst aus Gussstahl verfertigt sind, und

*) Unter Metallkonstruktion wird die innere Struktur des Rohrmetalls, d. i. die Art und Weise, wie die Metalltheilchen (Partikeln, Moleküle, Krystalle,) gegen einander gelagert sind, verstanden.

Dies findet in gegossenen Stücken ganz anders als in geschmiedeten oder gewalzten, in allen jedoch in jener Weise statt, wie sie durch den natürlichen Zusammenhang der Theilchen bedungen wird. Es ist aber möglich, diesen natürlichen Zusammenhang zu stören und einen so zu sagen künstlichen hervorzurufen, indem man einen Theil der Metallmasse auf eine eigenthümliche Art in den Zustand einer Pressung, und einen andern in den Zustand einer Ausdehnung versetzt. Die hiebei sich bildende Struktur des Metalles wird offenbar ungleichartig, und von der natürlichen Lagerung der Theilchen vollends verschieden sein. Wir wollen sie daher „künstliche Metallkonstruktion" nennen, zum Unterschiede von der anderen, die „natürliche Metallkonstruktion" heissen soll. Die künstliche Metallkonstruktion ist bis jetzt für Cylinder in sehr grossen hydraulischen Pressen, so wie auch für Geschützrohre nur in Eisen versucht worden. Dies hat in dem Umstande seinen Grund, dass das Eisen seiner grossen Verbreitung und immer mehr um sich greifenden Anwendung wegen, gegen alle andern Metalle noch am billigsten zu stehen kommt, und insbesondere Geschützrohre von so grossem Kaliber, wie sie in unserer Zeit angestrebt werden, enorme Kapitalien erfordern würden, wenn man sie z. B. aus Bronze erzeugen wollte. Das Princip der Metallkonstruktion, durch welche den Geschützrohren eine höhere Widerstandsfähigkeit ertheilt werden soll, begreift nun jenes Gesetz in sich, nach welchem in Geschützrohren, wenn sie nicht gebraucht werden, die Metalltheile künstlich gelagert sein müssen, damit die Rohre selbst im Augenblicke des höchsten Gasdruckes beim Schusse vollen und verlässlichen Widerstand zu leisten im Stande sind, der auf die inneren und äusseren Metalltheile des Rohres möglichst gleichförmig vertheilt ist, mag der Kaliber derselben und die dazu gehörige Ladung was immer für eine Grösse besitzen.

müsste auch von der Geschützbronze gelten, wenn man überhaupt dieselbe für so grosse Kaliber verwenden würde, wie sie auf Kriegsschiffen und in Küstenbatterien vorkommen. Der Engländer Mallet führt in seinem 1856 erschienenen Werke „On the phisical conditions involved in the construction of artillery“ mehrere Beispiele von dem ganz unerwarteten Zerspringen grosser Geschützrohre an, die theils aus Gusseisen, theils aus Schmiedeisen, und theils aus Gussstahl erzeugt waren.

Wenn auch auf dem Kontinente das Zerspringen der in den verschiedenen Artillerien eingeführten grossen Geschützrohre zu den Seltenheiten gehört, und namentlich in Oesterreich in neuerer Zeit mindestens bei glatten Rohren und dem Gebrauche des Schiesspulvers als Geschützladung nicht vorgekommen ist, so ist damit die Sicherheit des Gebrauches derselben nicht konstatirt, sondern es ist auch hier allenthalben, besonders was die gusseisernen Rohre anbelangt, alle Vorsicht geboten.

Auch hat man sich auf dem Kontinente in neuerer Zeit nicht mit der Erprobung so grosser Kaliber, wie z. B. in England und Nordamerika beschäftigt; und dennoch fand man sich nach ausgedehnten Versuchen in Oesterreich, Preussen, Belgien und den Niederlanden veranlasst, lebhaft zu empfehlen, beim Gebrauche der eisernen Rohre vorzugsweise darauf zu achten, ob sich am Ende der Bohrung in der Gegend des Zündloches nicht feine, haarähnliche Linien bilden, welche nichts anderes als die Anfänge von Rissen sind, die sich während des Gebrauches des Geschützes oft ganz unmerklich nach Länge und Breite vergrössern, wogegen sie an Tiefe bedeutender zunehmen, und plötzlich das Zerspringen des Rohres zur Folge haben.

Das Schmiedeisen, sowie der Gussstahl bieten allerdings eine grössere Garantie beim Gebrauche der Geschützrohre dar, die aus diesem Materiale erzeugt sind; allein dies ist nur der Fall, weil das Schmiedeisen eine grössere Zähigkeit und der Gussstahl eine sehr bedeutend grössere absolute Festigkeit als das Gusseisen besitzen. So wünschenswerth und nothwendig nun auch diese Eigenschaften eines Geschützrohrmaterials sind, und so wichtig es ist, dass die Erhöhung derselben im Allgemeinen jedem Eisenfabrikanten vor Augen schwebe, so sind es doch nicht diese allein, welche die Ausdauer der Geschützrohre oder vielmehr deren Widerstandsfähigkeit bestimmen. Die Sache hat noch einen andern tiefer liegenden Grund.

Wenn man nämlich bei irgend einem zersprungenen Rohre, welches an den Bruchflächen keine Mängel zeigt, die Festigkeit des Rohrmetalles mittelst einer Zerreissmaschine bestimmt, sonach aus der in dem Geschützrohre vorhanden gewesenen Metallstärke auf die Widerstandsfähigkeit des Rohres schliesst, so findet man, dass letztere immer bedeutend grösser als die das Zerspringen des Rohres bewirkende Kraft des Pulvergases ist, so zwar, dass es überraschen muss, wieso das Rohr zerspringen konnte, nachdem doch in demselben noch so viel überschüssige Kraft des Widerstandes vorhanden war.

Um dies beurtheilen zu können, ist es freilich unerlässlich, den Druck des Pulvergases in jedem besonderen Falle genau zu kennen, ein Gegenstand, über den bis nun noch sehr verschiedene Ansichten bestehen. Wenn man aber statt der Kraft des Pulvergases eine andere Kraft substituirt, deren Betrag man genau kennt, so ist es leicht, sich ganz bestimmt von der angeführten Thatsache zu überzeugen.

Der amerikanische Artillerie-Major Wade hat in dieser Beziehung im J. 1844 sehr lehrreiche Versuche angestellt, die wir nochmals (siehe §. 35) anführen müssen.

Er wendete statt der Kraft des Pulvergases einen hydrostatischen Druck an, indem er Geschützrohre mit Wasser füllte, und dieses mittelst eines Pumpstempels bis zum Zerspringen der Rohre zusammenpresste. Auf diese Weise sprengte Wade zuerst 2—18pf. gusseiserne Rohre von je $1/2$ und $4/5$ Kaliber Metalldicke, und zwar durch einen Wasserdruck, der bei ersterem 9000 und beim zweiten 9860 engl. Pfd. auf den englischen Quadratzoll*) betrug. Nach der absoluten Festigkeit des Eisens beider Rohre zu urtheilen, welche sich beim 1. auf 27350, beim 2. auf 22204 Pfd. auf den Quadratzoll belief, hätte das erste Rohr eine Widerstandsfähigkeit von 27350, und das 2. eine solche von 35528 Pfd. haben sollen; man sieht also, dass der wirklich geleistete Widerstand beim ersten 18-Pfdr. nur $1/3$ und beim zweiten gar nur $2/7$ desjenigen Widerstandes betrug, dessen jedes Rohr fähig war. Einen anderen (ebenfalls im §. 35 erwähnten) Versuch führte Wade mit einem gusseis. 6-Pfdr. aus, dessen Eisen eine absolute Festigkeit von 33226 Pfd. besass. Er liess nämlich die Oberfläche desselben dergestalt abdrehen, dass der Theil vom Stossboden bis nahe an die Schildzapfen einen Cylinder von 1 Kaliberdicke, die Mitte des Rohres, nach Beseitigung der Schildzapfen, einen Cylinder von $1/2$ Kaliberdicke, endlich das Vorderstück einen Cylinder von $1/4$ Kaliberdicke bildete. Nun setzte Wade dieses Rohr einem wachsenden hydrostatischen Druck aus. Bei dem Drucke von 12400 Pfd. auf den Quadratzoll sprang der vordere Cylinder, dessen Metallstärke $1/4$ Kaliber betrug, in 4 Theile, worauf der Stempel der Pumpe in den 2. Cylinder eingesetzt wurde, der bei einem Drucke von 20000 Pfd. auf den Quadratzoll in 3 Theile sprang, wobei sich ein Sprung in den 3. dicksten Cylinder erstreckte. Bei der vorangeführten absoluten Festigkeit des Eisens hätte man von dem $1/4$ Kaliber dicken Cylinder einen Widerstand von 16613, von dem $1/2$ Kaliber dicken Cylinder einen Widerstand von 33226, endlich von dem 1 Kaliber dicken Cylinder einen Widerstand von 66452 Pfd. erwarten sollen, indessen das Zerspringen schon bei den vorangeführten weit kleineren Drücken stattfand.

Aus diesen beiden Versuchen sieht man deutlich, dass der wirklich geleistete Widerstand eiserner Rohre gegen einen von innen nach aussen stattfindenden Druck stets kleiner ist, als man ihn, der Metallstärke und absoluten Festigkeit der Rohrmaterie nach, vermuthen sollte, und dass es demnach, wie vorhin gesagt wurde, in der That überraschen muss, wieso ein solches, mit angemessener Metallstärke versehenes, und der Beschaffenheit seiner Materie nach tadelfreies Rohr zerspringen kann, obgleich in demselben so viele überschüssige Kraft des Widerstandes vorhanden ist.

Die angeführten Versuche gestatten übrigens noch einen anderen, für unseren Zweck höchst wichtigen Schluss, nämlich: dass bei Rohren von verschiedener Metallstärke der unter aller Erwartung stehende wirklich geleistete Widerstand, um so mehr herabsinkt, je grösser die Metalldicke ist; denn während bei dem oben angeführten ersten 18-Pfdr. von $1/2$ Kaliber Metalldicke der geleistete Widerstand $1/3$ der vorhandenen Festigkeit betrug, so belief sich derselbe bei dem zweiten 18-Pfdr. von $4/5$ Metalldicke nur auf $2/7$ der vorhandenen Festigkeit. Ein Aehnliches gilt auch von den 3 cylinderischen Theilen des 6pf. Rohres; während nämlich bei dem $1/4$ Kaliber dicken Cylinder die Differenz zwischen dem erwarteten Widerstande von 16613 und dem das Zerspringen bewirkenden Drucke von 12400 Pfd. nur 4213 Pfd. beträgt, so beläuft sich dieselbe bei dem $1/2$ Kaliber dicken Cylinder schon auf 13226 Pfd. Da nun Geschützrohre von verschiedenem Kaliber auch verschiedene Metallstärken erhalten und diese im Allgemeinen um so grösser gemacht werden, je grösser der Kaliber ist, so drückt der eben angeführte Schluss nichts anderes aus, als was wir schon im Eingange dieser Betrachtung sagten: dass nämlich die Unsicherheit des Gebrauches eiserner Rohre mit der Zunahme des Kalibers wachse.

*) 1 engl. Zoll = 0·0254^m = 0·9642 wien. Zoll. — 1 engl. Q'' = 0·9297 wien. Q''. 1 engl. Pfd. = 0·4536 Kilogr. = 0·81 wien. Pfd.

Wir wollen nun untersuchen, welches die Ursachen des geringeren Widerstandes seien, die Rohre von grösserer Metalldicke einen bestimmten, von innen nach aussen wirksamen Druck entgegensetzen. Durch die in der Bohrung der Geschützrohre sich ausdehnenden Gase wird gegen die Bohrungswand ein Druck ausgeübt, der zur Folge hat, dass die zunächst der Bohrung liegenden Metalltheilchen des Rohres in der Richtung von innen nach aussen aus ihrer Lage verschoben werden. Diese Verschiebung wird durch alle koncentrisch zur Bohrung gedachten Metallschichten bis zur äusseren Oberfläche des Rohres fortgepflanzt, so dass auch die an der Aussenfläche liegenden Metalltheilchen an dieser allgemeinen Verschiebung Theil nehmen und sich momentan weiter von der Rohrachse entfernen, als sie im normalen Zustande davon entfernt sind. Sie werden aber wieder nach beendetem Drucke, nach einer gewissen Anzahl von Oscillationen, in ihre frühere Lage zurückkehren, wenn ihre Verschiebung nicht über ihre Elasticitätsgrenze hinaus stattfand.

Daraus geht hervor, dass im Momente der höchsten Spannung des Pulvergases sowohl der Bohrungs- als auch der äussere Durchmesser des Rohres um einen gewissen Betrag vergrössert werden. So begreiflich dies ist, so hat es doch ein besonderes Interesse, sich hievon ganz bestimmt zu überzeugen und diese Erweiterungen sinnlich wahrnehmen zu können. Wenn es auch seine besonderen Schwierigkeiten hat, dies bei Geschützrohren zu erreichen, so unterliegt es bei Gewehrläufen oder anderen kleineren cylinderischen Röhren keinem Anstande, und was hier gilt, muss offenbar auch von den Geschützrohren gelten.

Bei Gewehrläufen kann man sich von dieser Erweiterung überzeugen, indem man auf dieselben bleierne Ringe befestiget. Wie fest sie auch vor dem Schusse auf den Läufen gesessen haben, nach dem Schusse wird man sie immer gelockert finden. Der Gewehrfabrikant Greener in Brimingham hat in dieser Beziehung eine Reihe von Versuchen mit dem Laufe einer Vogelflinte gemacht, auf welchem in gewissen Abständen bleierne Ringe aufgesteckt waren. Er beabsichtigte hiedurch zu erfahren, um wie viel jeder Theil des Laufes während des Schusses erweitert werde und benützte die Ergebnisse der Versuche dazu, um den Lauf dort etwas schwächer zu machen, wo die Erweiterung des Bleiringes eine geringere war, indem er schloss, dass an dieser Stelle die Metalldicke des Laufes grösser als nothwendig sei, um allerorts eine gleiche Widerstandsfähigkeit zu besitzen.

Einen anderen Beweis für die Ausdehnung von Röhren, die einem von innen nach aussen wirkenden Drucke unterworfen werden, liefern zwei Versuche, die der schon wiederholt genannte Maj. Wade anstellte.

Im J. 1846 erprobte er einige Gewehrläufe auf ihre Widerstandsfähigkeit dadurch, dass er sie einem hydrostatischen Drucke unterwarf. Er fand, dass eine in dem Laufe befindliche Wassersäule von 21" Höhe bei einer Pressung von 2000 engl. Pfd. um $^1/_2$" und eine Wassersäule von 40" Höhe bei dem Drucke von 2400 Pfd. um $^7/_8$" verkürzt werden konnte.

Dieses Ergebniss kann nicht der Zusammendrückbarkeit des Wassers zugeschrieben werden, da dieses bekanntlich bei so geringen Drücken nur unmerklich sein Volumen ändert; es müssen daher die Gewehrläufe während der Pressung eine Vergrösserung im Durchmesser erfahren haben. Hat also der Grenner'sche Versuch die Ausdehnung der Aussenfläche von Rohren bestätigt, so ist durch diesen Wade'schen Versuch die Ausdehnung der Bohrungsfläche nachgewiesen.

Aus einem 2. Versuche, den Wade 1851 ausführte, ist an ein und denselben gusseisernen Röhren, die durch einen wachsenden hydrostatischen Druck gleichzeitig stattfindende Vergrösserung ihrer inneren und äusseren Durchmesser sogar dem Betrage nach ersichtlich. Wir geben in der folgenden Tabelle eine Uebersicht der Resultate dieses Versuches.

Um sich von der Messung solch' kleiner Ausdehnungen, wie sie diese Tabelle zeigt, eine Vorstellung zu machen, bemerken wir nur, dass dieselbe ausgeführt werden kann, indem man die Cylinder in mit Wasser gefüllte Gefässe stellt, die Cylinder ebenfalls mit Wasser füllt, dieses zusammenpresst, und das Sinken des Wassers in dem Cylinder, so wie das Steigen desselben in den Gefässen beim Drucke beobachtet. Aus diesen Daten lässt sich dann leicht die Volumsvergrösserung der ausgedehnten Räume bestimmen und hievon auf die Vergrösserung der Durchmesser schliessen.

In dieser Tabelle stellen bei allen vier Cylindern, die dem Drucke von Null Pfunden (der 1. Spalte) beigesetzten Zahlen der 2. und 3. Spalte die Durchmesser der vier Cylinder im normalen Zustande, und die unter diesen stehenden Zahlen die Durchmesser dieser Cylinder in jenem Zustande der Ausdehnung vor, in welchen sie durch die neben ihnen in der 1. Spalte stehenden Drücke versetzt werden. Aus der Vergleichung dieser Durchmesser entnimmt man zunächst, dass wirklich eine Vergrösserung des inneren und äusseren Durchmessers stattfindet, und dass diese Vergrösserung mit der Zunahme des Druckes wachse.

1	2	3	4	5	6	7 Spalte
Hydrostatischer Druck in	innerer	äusserer	Vergrösserung des inneren	Vergrösserung des äusseren	Metallstärke in	Flächeninhalt des Metallquerschnittes in
	Durchmesser in		Durchmessers in			
engl. Pfd.	englischen Zollen					engl. Quadratzollen
Cylinder Nr. 1.						
0	0·8050	1·3090	—	—	0·2520	0·8368
1000	0·8061	1·3093	0·0011	0·0003	0·2516	0·8360
2000	0·8083	1·3100	0·0033	0·0010	0·2508	0·8347
3000	0·8102	1·3110	0·0052	0·0020	0·2504	0·8343
4000	0·8114	1·3120	0·0064	0·0030	0·2503	0·8349
5000	0·8126	1·3130	0·0076	0·0040	0·2502	0·8344
6000	0·8141	1·3140	0·0091	0·0050	0·2499	0·8355
7000	0·8153	1·3150	0·0103	0·0060	0·2498	0·8361
Cylinder Nr. 2.						
0	0·8030	1·8120	—	—	0·5045	2·0723
5000	0·8030	1·8120	0·0000	0·0000	0·5045	2·0723
8000	0·8053	1·8130	0·0023	0·0010	0·5038	2·0722
10000	0·8067	1·8140	0·0037	0·0020	0·5036	2·0733
12000	0·8085	1·8150	0·0055	0·0030	0·5032	2·0739
14000	0·8110	1·8160	0·0080	0·0040	0·5025	2·0736
Cylinder Nr. 3.						
0	0·8100	1·8120	—	—	0·5010	2·0635
5000	0·8100	1·8120	0·0000	0·0000	0·5010	2·0635
8000	0·8124	1·8127	0·0024	0·0007	0·5001	2·0624
10000	0·8137	1·8130	0·0037	0·0010	0·4996	2·0616
12000	0·8151	1·8134	0·0051	0·0014	0·4991	2·0609
14000	0·8171	1·8140	0·0071	0·0020	0·4984	2·0600
Cylinder Nr. 4.						
0	0·8070	1·8110	—	—	0·5020	2·0644
5000	0·8124	1·8120	0·0054	0·0010	0·4998	2·0604
8000	0·8166	1·8140	0·0096	0·0030	0·4987	2·0606
10000	0·8177	1·8140	0·0107	0·0030	0·4981	2·0593
12000	0·8205	1·8150	0·0135	0·0040	0·4972	2·0585
14000	0·8211	1·8150	0·0141	0·0040	0·4969	2·0578

Ueberträgt man diese Resultate auf die Wirkung des Pulvergases in Geschützrohren, so ist man — nun auch durch Versuche unterstützt — berechtigt, zu sagen, dass dieselben ihrer ganzen Metalldicke nach, beim Schusse ausgedehnt werden.

Die vorstehende Wade'sche Tabelle führt übrigens noch zu anderen wichtigen Schlüssen, wenn man die Vergrösserung der inneren Durchmesser mit jener der äusseren vergleicht. Man erkennt nämlich aus den Zahlen der 4. und 5. Spalte, dass bei einem und demselben Drucke die Vergrösserung der äusseren Durchmesser kleiner als jene der inneren ist, und dass daher die an der äusseren Oberfläche der Cylinder liegenden Metalltheile nicht so viel von dem inneren Drucke zu leiden haben, als die an der Bohrungsfläche liegenden. Demnach hat man sich in den einzelnen zur Bohrung koncentrischen Schichten eines Rohres die Anspannung der Metalltheilchen von der Bohrungsfläche gegen die äussere Oberfläche allmälig kleiner zu denken, woraus hervorgeht, dass überhaupt die näher der Aussenfläche liegenden Metalltheile zum Widerstande gegen was immer für einen inneren Druck nicht so viel beitragen, als die näher der Bohrungsfläche liegenden, und dass man daher niemals auf einen solchen Widerstand rechnen kann, wie man ihn der Metalldicke und absoluten Festigkeit des Metalles zu Folge erwarten sollte, indem man annimmt, dass alle Metallschichten sich an dem Widerstande in gleichem Masse betheiligen. Die letztere Annahme ist daher durchaus unstatthaft, und man kann hinzufügen, dass alle Rohre, die mit Bezug auf einen bestimmten gegebenen inneren Druck und mit Bezug auf die wirklich stattfindende Festigkeit ihres Metalles nach dieser Annahme berechnete Metallstärken, ohne Sicherheitszuschläge, besitzen, diesen Druck nicht auszuhalten vermögen, sondern schon früher, bei einem kleineren Drucke zerspringen müssen, wenn sie auch ganz fehlerfrei sind.

Eine weitere, die Leistungsfähigkeit von Rohren beliebiger Metalldicke in das rechte Licht stellende Schlussfolge aus den vorigen Sätzen ist nun: dass kein Rohr, es mag was immer für eine Metallstärke besitzen, einen grösseren Druck auf den Quadratzoll zu ertragen vermag, als die absolute Festigkeit des Metalles beträgt, aus dem das Rohr besteht. Diese wichtige Schlussfolge hat ihre mehrseitige Bestätigung in England bei Gelegenheit der Erbauung eiserner Röhrenbrücken (tubular bridges) erhalten, wo man in den zum Gebrauche gelangten hydraulischen Pressen Cylinder von solcher Metalldicke verwendete, dass sie dem stattgehabten Drucke hätten widerstehen sollen. Allein sie sprangen, noch ehe der Druck auf den Quadratzoll die absolute Festigkeit des Metalles erreicht hatte.

Alle hier angeführten Schlussfolgen finden ihre volle Anwendung auf das Geschützwesen, und es ist nun erklärlich, warum die Widerstandsfähigkeit der Rohre mit der Grösse ihres Kalibers abnimmt. Mit der Grösse des Kalibers wächst nämlich, bei proportionalen Ladungen, die Spannung des Pulvergases, d. i. der Druck desselben auf den Quadratzoll, wogegen die Festigkeit des Metalles unverändert bleibt und die äusseren Partien der Metallstärke immer weniger zum Widerstande beitragen, je weiter sie von der Bohrungsfläche entfernt liegen.

Es muss nun Einiges über die Grösse der Gasspannung in Geschützrohren erwähnt werden, um die aus den angeführten Versuchen ersichtlichen Spannungsverhältnisse und Erscheinungen mit den beim Schiessen stattfindenden vergleichen zu können.

Ueber die Grösse der Gasspannung in Geschützrohren herrschen nicht unbedeutend von einander abweichende Ansichten.

Wir wollen beispielsweise nur anführen, dass die von den verschiedenen Autoren angegebenen Werthe zwischen 1000 und 10000 Atmosphären schwanken, die Atmosphäre zu circa $12^3/_4$Pfd. gerechnet. Ohne uns hier in besondere Untersuchungen einzulassen, worin die Ursache der Verschiedenheit dieser Angaben bestehe, wenden wir uns einem in Preussen mit grosser Sorgfalt durchgeführten Versuche*) zu, der zum Zwecke hatte, die Gasspannungen zu ermitteln, wie sie in der Geschützbohrung von der Entzündung der Ladung bis zu dem Momente, in welchem das Geschoss die Bohrung verlässt, nach einander auftreten. Diesem Versuche entnehmen wir, dass bei $^1/_3$ geschossschweren Ladungen die höchste Gasspannung beim Feld- 6-Pfdr. circa 11100, beim Feld-12-Pfdr. 13100 Pfd. (wien. Gew.) beträgt. Der russische Artillerie-Oberst Majewsky benutzte die Resultate dieses Versuches, um dieselben auf ein 60pf. (8-zöll.) Kanonenrohr zu übertragen, und fand bei einer proportionalen Ladung für die höchste Gasspannung circa 21000 Pfd. (wien. Gew.) auf den Quadratzoll (w. M.). Dieser Druck ist — wie man sieht — nur um $^1/_5$ des Gesammtdruckes grösser als jener 20000 Pfd. engl., auf den engl. Q.'', gleich 17423 wien. Pfd., auf den wien. Q.'', welcher den 2. und 3. Rohrtheil des Wade'schen 6-Pfdrs. von je $^1/_2$ und 1 Kaliberdicke sprengte; und doch gehört, nach dem Ausspruche gewiegter Fachmänner Englands, der 68-Pfdr. — wie schon gesagt — zu jenen Kalibern, die man nicht mehr mit Sicherheit abfeuern kann, wie wohl seine Metallstärke fast dreimal so gross als jene des 6-Pfdrs. ist. Die stattfindenden Konstruktionsverhältnisse liessen daher eine grössere Widerstandsfähigkeit vermuthen, als sie wirklich vorhanden ist. Bezüglich des 6-Pfdrs. sieht man, dass die in demselben stattfindende Gasspannung beim Schusse, 11100 Pfd., fast so gross ist wie der Wasserdruck von 12400 Pfd. engl., auf den engl. Q.'', gleich 10843 wien. Pfd., auf den wien. Q.'', welcher den $^1/_4$ Kaliber dicken Rohrtheil des Wade'schen 6-Pfdrs. zerriss. Würden alle Metalltheilchen in gleichem Masse sich am Widerstande gegen den Gas- oder Wasserdruck betheiligen, so müsste nach einer einfachen Rechnung eine Metallstärke von circa $^1/_6$ Kaliber genügen, indessen das Bersten schon bei $^1/_4$ Kaliber erfolgte. Die gegossenen eis. 6-Pfdr. aber besitzen fast überall eine Metallstärke, die am Bodenstücke dem Bohrungskaliber mindestens gleich ist. Man kann hieraus schliessen, dass auch kleinere Kaliber nicht mit Sicherheit abgefeuert werden könnten, wenn man ihre Metallstärke nicht bedeutend grösser machen würde, als sie nach der Annahme einer gleichen Betheiligung der Metalltheile am Widerstande genügend erscheint. Diese Schlüsse ergeben sich auch aus dem Vergleiche der angeführten Gasspannung mit den Wasserdrücken, durch welche die Wade'schen 18-Pfdr. gesprengt wurden. Nur sind sie hier nicht so leicht aus den Zahlen herauszulesen, weil die absolute Festigkeit des Eisens dieser Rohre beträchtlich kleiner als jene des 6-Pfdrs. ist.

Schliesslich müssen wir noch dem möglichen Einwurfe entgegentreten, dass in jenen Fällen, in welchen Rohre wider alles Vermuthen sprangen, diese Erscheinung schon mit dem ersten Schusse hätte eintreten sollen, wenn die Abnahme der Betheiligung der Metalltheile am Widerstande von der Bohrung bis zur Aussenfläche der wahre Grund für das unerwartete Zer-

*) Der im §. 33 erwähnte Versuch von Maj. Neumann der preuss. Artillerie.

springen ist. Wir berufen uns hier auf die interessanten Versuche der österr. Artillerie, welche 1845 bis 1857 mit gusseisernen Geschützrohren ausgeführt wurden. Diese ergaben die für unseren Zweck wichtigen Folgerungen, dass eiserne Geschützrohre vom zweiten Gusse aus Mariazeller Eisen erzeugt, selbst von dem Momente an, in welchem Risse in der Gegend des Kernzapfenloches bemerkbar werden, noch für eine grosse Zahl von Schüssen verlässlich bleiben; ferner dass diese Risse nach einer desto kleineren Schusszahl sichtbar werden, je grösser der Kaliber ist, so wie auch, dass die Vergrösserung der Dimensionen dieser Risse nur äusserst langsam fortschreitet. Wir fügen noch hinzu, dass nach Versuchen in der preussischen Artillerie, wo man zuerst den feinen Rissen am Ende der Bohrung Aufmerksamkeit schenkte, diese feinen Risse nächst dem Stossboden, in Rohren von einer weniger zähen Eisengattung am frühesten entstehen, und dass überhaupt die Ausnützung eines Rohres bis zur Entstehung der feinen Risse nichts anderes als ein allmäliges Hinführen desselben in jenen Zustand ist, in welchem die von uns angegebene Ursache des Zerspringens eintreten kann und durch die nun erfolgende Entstehung jener feinen Risse sich wirksam zeigt.

Nun ist es gewiss, dass dort, wo Risse entstehen — und mögen sie auch so fein sein, dass das Auge sie kaum wahrzunehmen vermag — die Kohäsion des Metalls bereits aufgehoben ist; ferner dass in jenen Rohren früher Risse auftreten müssen, in denen die Gasspannung, wie bei grossen Kalibern, auf den Quadratzoll grösser ist, dass dies aber auch in kleineren Kalibern stattfinden muss, wenn die Gasspannung durch verstärkte Ladungen erhöht wird, wie z. B. bei Haltbarkeitsversuchen, oder auch bei komparativen Versuchen mit gleichen Kalibern und ungleichen Normalladungen, indem die feinen Risse in jenen Rohren früher sichtbar werden, welche mit der grösseren Ladung beschossen wurden.

Wir schliessen also hieraus, dass bei der oben angeführten Ursache der geringeren Widerstandsfähigkeit der Geschützrohre dieselben nicht beim ersten Schusse in Trümmer gehen müssen, falls auch die Gasspannung auf den Quadratzoll sich der absoluten Festigkeit des Metalles nähert. Es genügt schon die Entstehung der feinen Risse, welche beweisen, dass die an der Bohrungsfläche liegenden und am meisten angespannten Metalltheile nicht hinreichenden Widerstand leisten konnten. Die weiter nach auswärts liegenden Theile werden, je nach der Güte des Rohrmaterials, immer noch für eine grössere oder geringere Anzahl von Schüssen genügenden Widerstand leisten, da ja nur ein geringerer Theil ihrer absoluten Festigkeit in Anspruch genommen wird.

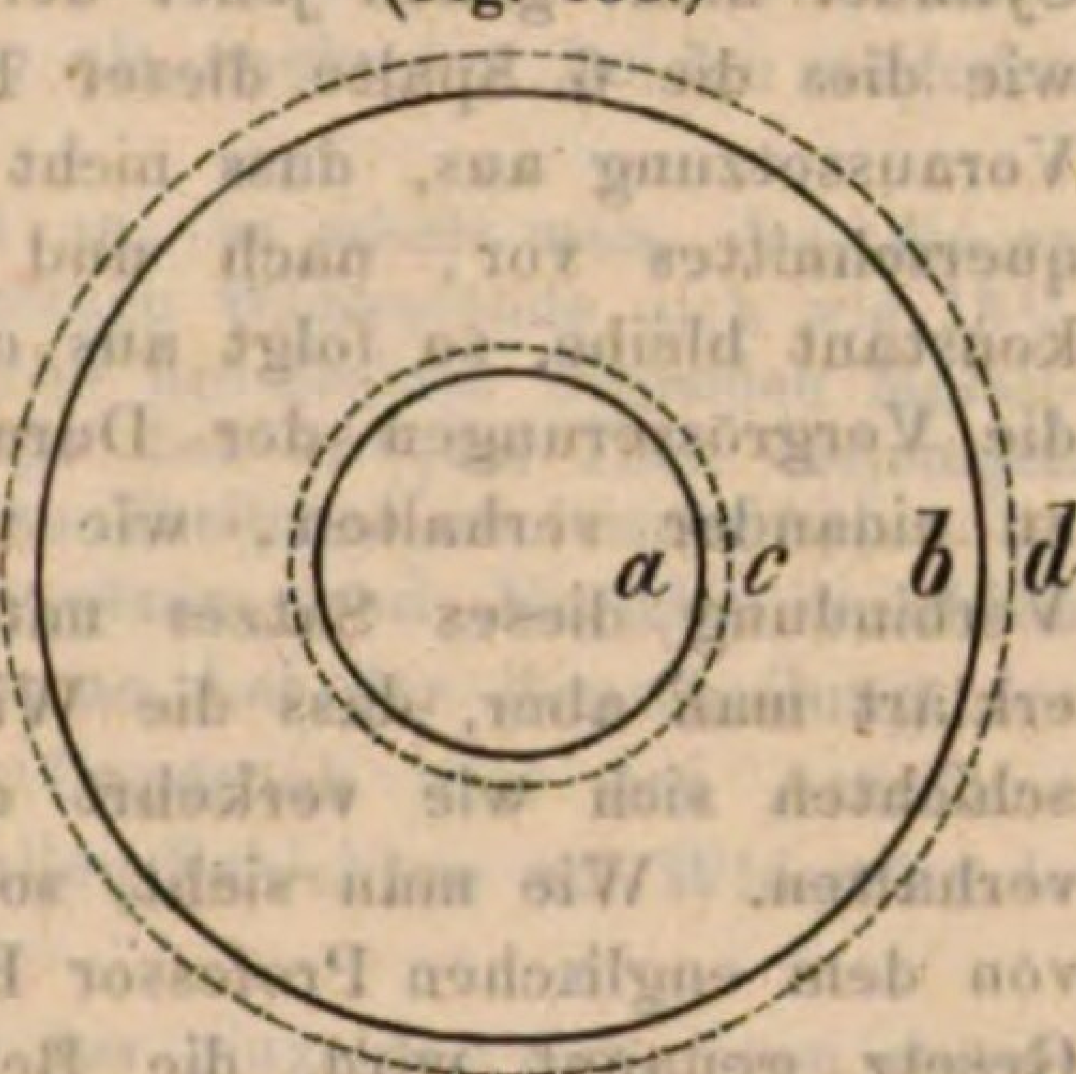
§. 172. Nähere Betrachtung des Spannungszustandes, welcher in der ganzen Metalldicke von Geschützrohren natürlicher Metallkonstruktion beim Schusse stattfindet. Die im vorigen Paragraphe angestellten Untersuchungen haben uns über die Thatsache belehrt, dass im Allgemeinen bei Geschützrohren von jeglicher Metallstärke die äusseren Metalltheile zum Widerstande gegen die Expansivkraft des Pulvergases weniger beitragen, als die näher der Bohrungsfläche liegenden.

Wir haben nun zu untersuchen, nach welchem Gesetze die Betheiligung der Metalltheilchen am Widerstande gegen das Pulvergas, von der Bohrungs- bis zur Aussenfläche abnimmt, ferner die Veranlassung zu dieser Abnahme, d. i. die tiefer liegende Ursache der mangelhaften Widerstandsfähigkeit von Rohren natürlicher Metallkonstruktion anzugeben. Wir betrachten ein 10 zöll.

Rohr, dessen Metallstärke 10'', dessen äusserer Durchmesser mithin 30'' beträgt, und nehmen an, dass in Folge irgend eines in der Bohrung stattfindenden Druckes und der damit verbundenen Ausdehnung des Rohres, der innere Durchmesser um 1'', d. i. bis zu 11'' vergrössert werde. In Wirklichkeit würde diese Vergrösserung innerhalb der Elasticitätsgrenze bei schmiedeisernen Rohren höchstens 1 $^1/_{10}$, bei gusseisernen 1 $^1/_4$ und bei stählernen 2^{IV} betragen. Wiewohl wir im vorigen Paragraphe gesehen haben, dass der äussere Durchmesser eines Rohres nicht um dasselbe Mass vergrössert wird wie der innere und gerade hieraus den Schluss zogen, dass die an der äusseren Oberfläche liegenden Metalltheile nicht so viel von dem inneren Drucke zu leiden haben, als die an der Bohrungsfläche liegenden, so wollen wir vorläufig doch voraussetzen:

1. Dass eine solche gleiche Vergrösserung beider Durchmesser im Momente der grössten Ausdehnung (in unserem Beispiele um 1'') stattfindet, d. i. dass die Metalldicke unverändert bleibe. Während also in Fig. 156 in Folge der Ausdehnung des Metalles durch den Gasdruck das Theilchen a der Bohrungsschichte nach c rückt, soll das Theilchen b der äussersten Schichte um dasselbe Mass nach d rücken, so dass $ab = cd$ ist. Schon unter dieser Voraussetzung, die man auf den ersten Blick gerne zu machen geneigt wäre, wenn man nicht das früher Gesagte (Wade'sche Tabelle) berücksichtigte, lässt sich nun zeigen, dass eine ungleiche Spannung der Theilchen in den einzelnen Schichten eintreten muss.

(Fig. 156.)



Berechnet man den Inhalt des Querschnittes des Rohres in seinem gewöhnlichen nicht ausgedehnten Zustande, so findet man 628 Q.'' und im Zustande der grössten, um das vorangeführte Mass stattfindenden Ausdehnung 691 Q.''. Es hat sich also im Momente der höchsten Gasspannung der Flächeninhalt des Querschnittes um 63 Q.'' vergrössert. Für eine solche Vergrösserung aber liesse sich als physikalischer Grund angeben, dass im Querschnitte, bei derselben Masse des Metalls, die Dichte des letzteren kleiner geworden sei. Sollte also diese Voraussetzung in sich schon nichts Ungereimtes enthalten, so käme es nur darauf an, zu beweisen, dass mit der Wirkung des Gasdruckes stets eine Abnahme der Dichte des Rohrmetalls verbunden sein müsse — eine Frage, die sich im Laufe der Untersuchungen von selbst erledigen wird.

In der Mechanik wird nun die Kraft, welche einen Stab von 1 Q.'' Querschnitt um einen gewissen Betrag innerhalb der Elasticitätsgrenze ausdehnt, durch das Produkt aus dem sogenannten Elasticitätsmodule in den Quotienten vorgestellt, den man erhält, wenn man die Verlängerung des Stabes durch dessen ursprüngliche Länge dividirt. Diese Kraft ist aber gleich dem vom Stabe in Anspruch genommenen Widerstande. Für zwei verschiedene Stäbe hat man daher gefunden, dass die Widerstände derselben sich so zu einander verhalten, wie die vorangeführten Quotienten.

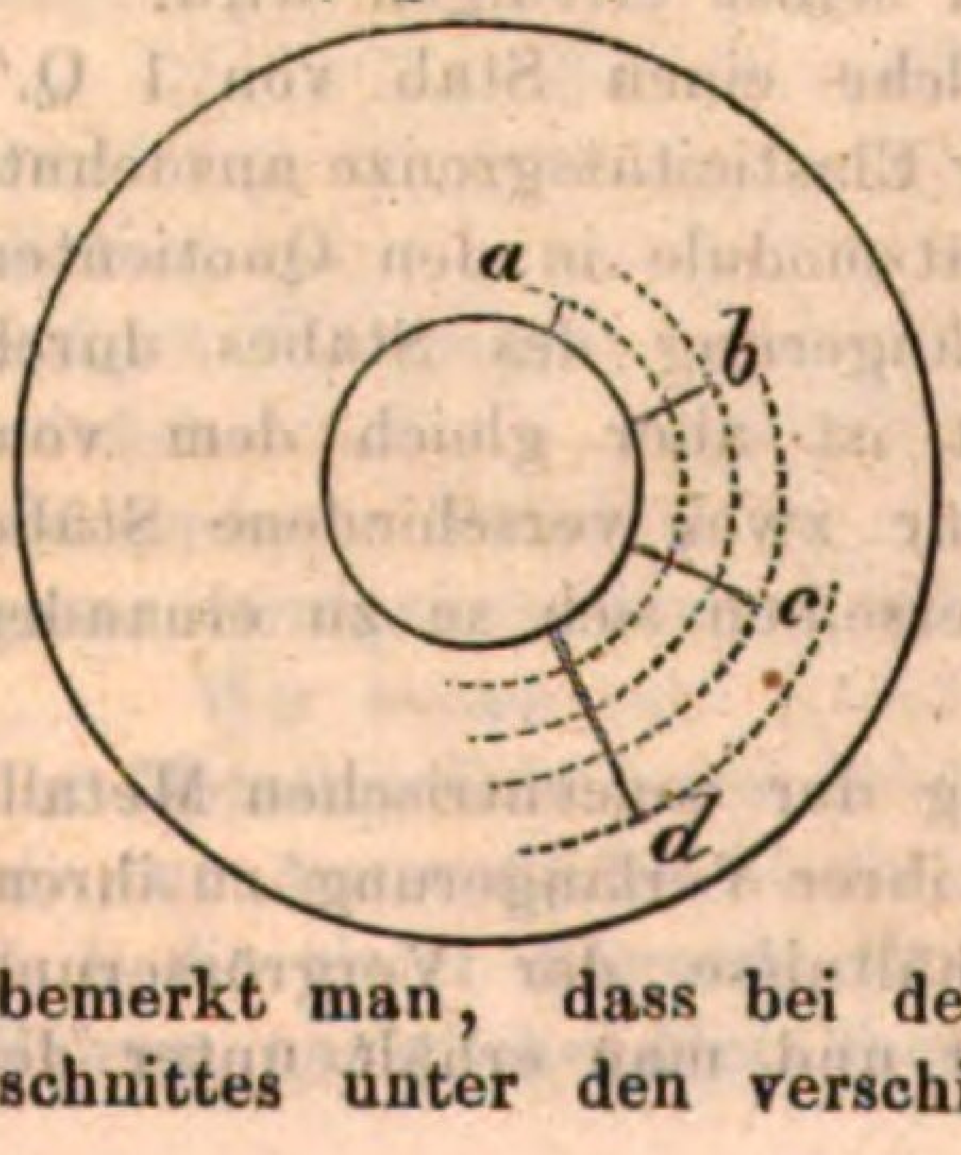
Wendet man diesen Satz auf die Ausdehnung der concentrischen Metallschichten eines Rohres an, so ist das Verhältniss ihrer Verlängerung zu ihrem Umfange (als Länge derselben) gleich dem Verhältnisse der Vergrösserung des Durchmessers zum ursprünglichen Durchmesser und man erhält unter der

Voraussetzung einer konstanten Metalldicke, für dieses Verhältniss bei der Ausdehnung der Bohrungsschichte $^1/_{10}$ und bei der äussersten Schichte $^1/_{30}$, wonach die in der innersten und äussersten Metallschichte in Anspruch genommenen Widerstände sich so zu einander verhalten, wie $^1/_{10}$ zu $^1/_{30}$ oder 30 : 10, d. i. wie verkehrt die Durchmesser derselben. Es ist begreiflich, dass dieser Satz sich auf alle anderen Schichten des Rohres ausdehnen lässt, so dass, unter der Voraussetzung einer unveränderten Metalldicke überhaupt, die äusseren Metalltheile des Rohres im verkehrten Verhältnisse ihrer Abstände von der Rohrachse, weniger zum Widerstande beitragen als die inneren.

2. Dass das so eben erwähnte Spannungsgesetz mit der Erfahrung nicht übereinstimmt, ist schon aus der Wade'schen Tabelle zu ersehen, denn wie erwähnt, ist daselbst die Vergrösserung der äusseren Durchmesser der Cylinder nicht gleich jener der inneren, mithin die Metalldicke nicht constant, wie dies die 6. Spalte dieser Tabelle deutlich zeigt. Geht man nun von der Voraussetzung aus, dass nicht die Metalldicke, sondern der Inhalt des Rohrquerschnittes vor, nach und in dem Momente der höchsten Gasspannung konstant bleibe, so folgt aus einer einfachen mathematischen Deduktion, dass die Vergrösserungen der Durchmesser der einzelnen Metallschichten sich so zu einander verhalten, wie verkehrt die Durchmesser derselben. Aus der Verbindung dieses Satzes mit dem früher angeführten Satze der Mechanik erklärt man aber, dass die Widerstände des Metalles in den einzelnen Metallschichten sich wie verkehrt die Quadrate der Durchmesser dieser Schichten verhalten. Wie man sieht, so nimmt nach diesem Spannungsgesetze, welches von dem englischen Professor Barlow herrührt und deshalb das Barlow'sche Gesetz genannt wird, die Betheiligung der Metalltheilchen am Widerstande gegen den Gasdruck von innen nach aussen in einem grösseren Verhältnisse ab, als nach dem vorigen Gesetze, welches den französischen Artillerie-Obersten Treuille de Beaulieu zum Vertreter hat.

Um einen deutlichen Begriff von der Wirkung dieses Gesetzes zu geben, dürfen wir dasselbe nur auf unser Beispiel anwenden. Die Widerstände der Metalltheile an der Bohrungsfläche verhalten sich zu jenen an der Aussenfläche wie das Quadrat von 30 zu dem Quadrate von 10, d. i. wie 900 zu 100, oder wie 9 zu 1. Man sieht also, dass nach diesem Gesetze der an der Aussenfläche von den Metalltheilen in Anspruch genommene Widerstand nur $^1/_9$ desjenigen beträgt, welcher von den an der Bohrungsfläche liegenden Theilen in Anspruch genommen wird. Nach dem vorigen Spannungsgesetze betrug dieser Theil $^1/_3$. Wenn nun das Barlow'sche Gesetz wirklich mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, als das erste (Treuille'sche), zu welcher Ansicht auch die Betrachtung der Wade'schen Tabelle leitet, so wird man die im vorigen Paragraphe gemachte Behauptung ganz begreiflich finden, dass die an der Bohrungsfläche wirksame Spannung die absolute Festigkeit der Rohrmaterie überschritten, also zur Entstehung der feinen Risse Anlass gegeben haben kann, während an der Aussenfläche nur ein kleiner Theil der Spannung wirksam ist. Mit der Tiefe der Risse aber wird offenbar dieser Theil der Spannung grösser, weil die tiefste Stelle derselben *a*, *b*, *c*, *d*, Fig. 157, mit jedem Schusse, wenn auch unmerklich, näher an die Aussenfläche rückt, und die früher an der Bohrungsfläche thätige Maximalspannung nun auch an der tiefsten Stelle der Risse wirksam ist, wo vor der Entstehung derselben eine kleinere Spannung stattfand.

(Fig. 157.)



3. Wenn man in der Wade'schen Tabelle die Zahlen der 7. Spalte mit einander vergleicht, so bemerkt man, dass bei den versuchten Cylindern die Metallfläche des Querschnittes unter den verschiedenen Drücken keineswegs constant blieb, wie

es nach der Barlow'schen Hypothese sein soll, sondern dass dieselbe am Inhalt um so kleiner wurde, je grösser der innere Druck war.

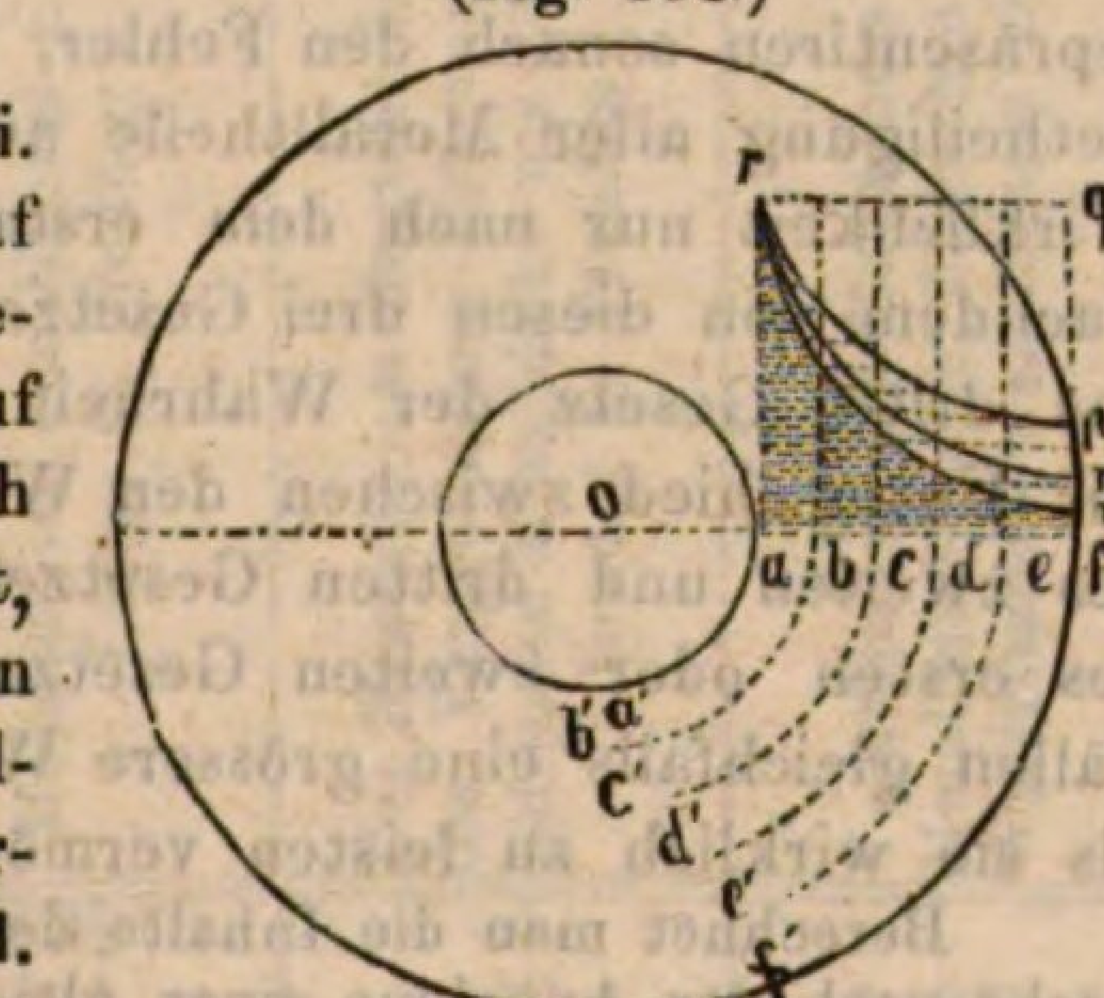
Man kann hieraus mit Recht den Schluss machen, dass das Barlow'sche Gesetz mindestens nicht für alle vorkommenden Fälle der wahre Ausdruck für den in der Metallstärke eines Rohres stattfindenden Spannungszustand sei. Verbindet man die in der Wade'schen Tabelle enthaltenen Versuchsresultate auf eine entsprechende Weise mit einander, so erhält man, dass die in den concentrischen Metallschichten der Cylinder stattgehabten Spannungen sich beiläufig so zu einander verhalten, wie verkehrt die $2\,^1/_2$ten Potenzen der Durchmesser der Schichten. Nach diesem Spannungsgesetze, welches der schon genannte englische Artilleriekapitän Blackely für das der Wahrheit am nächsten stehende hält, nimmt — wie man sieht — die Betheiligung der Metalltheile am Widerstande gegen einen inneren Druck von innen nach aussen in einem noch grösseren Verhältnisse ab, als nach den beiden anderen Gesetzen.

Wendet man dieses Gesetz auf unser Beispiel an, so erhält man, dass die an der Bohrungs- und Aussenfläche in Anspruch genommenen Widerstände sich wie $15\,^1/_2$ zu 1 verhalten, d. h. der von den an der Aussenfläche des Rohres liegenden Metalltheilchen in Anspruch genommene Widerstand beträgt den $15\,^1/_2$ten Theil desjenigen Widerstandes, den die an der Bohrungsfläche liegenden Theilchen zu leisten haben.

Aus den hier angegebenen Spannungsgesetzen und Verhältnisszahlen wird man ersehen, wie weit man irrt, wenn man bei der Beurtheilung der Widerstandsfähigkeit eines Rohres gegen den Gasdruck von der Annahme einer gleichen Betheiligung der Metalltheile in allen Schichten am Widerstande ausgeht.

Um die Unterschiede in den Widerständen der einzelnen Schichten durch ein leichtfassliches Bild übersichtlich vor Augen zu haben, stelle Fig. 158 den Querschnitt eines 10zöll. Rohres vor, dessen Metallstärke 10″ beträgt.

(Fig. 158.)



Die absolute Festigkeit des Metalles, d. i. das Maximum des von der Rohrmaterie auf den Quadratzoll zu leistenden Widerstandes betrage 35000 Pfd., und werde durch die auf den Halbmesser of senkrechte Linie ar gleich 10″ ausgedrückt, indem man zugleich annimmt, dass in Folge des herrschenden Gasdruckes von den an der Bohrungsfläche liegenden Metalltheilchen, a.... die ganze absolute Widerstandsfähigkeit in Anspruch genommen wird. Berechnet man nun nach den drei angeführten Spannungsgesetzen die in den folgenden 5 Theilkreisen b, c, d, e, f in Anspruch genommenen Widerstände, in Theilen der Linie ar, so ergeben sich nachstehende, tabellarisch zusammengestellte Werthe:

Für den Kreis	Nach dem Spannungsgesetze Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Für den Kreis	Nach dem Spannungsgesetze Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
	In Theilen der Linie $ar = 10$″				In Theilen der Linie $ar = 10$″		
aa'	1·000	1·000	1.000	dd'	0·454	0·206	0·136
bb'	0·714	0·509	0·425	ee'	0·384	0·147	0·093
cc	0·555	0·308	0·225	ff'	0·333	0·110	0·064

Trägt man diese Längen — welche Widerstände bezeichnen — senkrecht auf dem Halbmesser of aus den bezüglichen Theilpunkten b, c, d, e, f auf, und verbindet man hierauf die erhaltenen Endpunkte dieser Senkrechten durch einen stetigen Linienzug, so erhält man für jedes Spannungsgesetz eine Kurve, welche durch den Grad des Fallens von r gegen f die Abnahme des Widerstandes der Metalltheilchen in den einzelnen Schichten von innen nach aussen bildlich darstellt. Diese Kurven kann man Widerstandskurven nennen. In Fig. 158 bezeichnet rp die Widerstandskurve nach dem ersten, rm jene nach dem zweiten und rn jene nach dem dritten Spannungsgesetze, während die Gerade rq als die Widerstandskurve für den Fall einer gleichen Betheiligung aller Metalltheile am Widerstande zu betrachten ist, wofür selbstverständlich die Länge der in b, c, d, e, f errichteten Senkrechten sämmtlich gleich der Linie ar sein müssen.

Es ist nun leicht einzusehen, dass man durch die Summirung aller dieser Widerstände, welche von sämmtlichen zwischen a und f liegenden Theilchen in Anspruch genommen werden, den ganzen Widerstand erhält, den das 10zöll. Rohr bei seiner Metalldicke von 10'' und der ihm eigenthümlichen natürlichen Metallkonstruktion wirklich zu leisten im Stande ist. Bewirkt man diese Summirung in der Fig. 158 nach der Richtung der Schraffen, so wird der Gesammtwiderstand durch eine Fläche bildlich dargestellt, welche man Widerstandsfläche nennen kann und deren obere Begrenzungslinie, je nach dem vorausgesetzten Spannungsgesetze, eine der bezeichneten Widerstandskurven ist. Hienach stellt $rafpr$ die Widerstandsfläche nach dem ersten, $rafmr$ jene nach dem zweiten, und $rafnr$ jene nach dem dritten Spannungsgesetze vor, wogegen das Rechteck $rafqr$ den unter der Annahme einer gleichen Anspannung aller Metalltheile in Summe erwarteten Widerstand bezeichnet. Die dreiseitigen Flächen rpq, rmq und rnq repräsentiren sonach den Fehler, den man begeht, wenn man auf eine gleiche Betheiligung aller Metalltheile am Widerstande rechnet, während dieselben in Wirklichkeit nur nach dem ersten, zweiten oder dritten Gesetze stattfindet. Nachdem von diesen drei Gesetzen, mit Rücksicht auf die Wade'sche Tabelle, das dritte Gesetz der Wahrheit am nächsten steht, so repräsentirt endlich der Unterschied zwischen den Widerstandsflächen des ersten und dritten, oder des zweiten und dritten Gesetzes den Fehler, welcher aus der Anwendung des ersten oder zweiten Gesetzes entspringt, indem man nämlich in diesen Fällen gleichfalls eine grössere Widerstandsfähigkeit von den Rohren erwartet, als sie wirklich zu leisten vermögen.

Berechnet man die Inhalte der Widerstandsflächen für die ganze 10zöll. Metallstärke nach der Annahme einer gleichen Anspannung aller Metalltheile und nach den drei angeführten Spannungsgesetzen, so erhält man:

nach der ersten Annahme	100	Quadratzoll
„ dem 1. Spannungsgesetze	54·9	„
„ „ 2. „ „	34·3	„
„ „ 3. „ „	26·9	„

wonach sich die betreffenden Widerstände zu einander verhalten, wie 100 zu 54·9, zu 33·3, zu 26·9, oder nahe zu, wie 1 zu $^1/_2$, zu $^1/_3$, zu $^1/_4$.

Aus den Inhalten der Widerstandsflächen ergeben sich leicht die absoluten Widerstände in Pfunden für eine einzige Metalldicke, wenn man die ersteren mit 3500, d. i. mit dem zehnten Theile der absoluten Festigkeit multiplicirt, weil diese in Fig. 158 geometrisch durch eine Linie von 10'' Länge ausgedrückt wurde; ferner für beide, beiderseits der Bohrung liegenden Metalldicken, in welchen das Zerreisen der Rohre angestrebt wird, wenn man dieses Produkt doppelt nimmt. Hiernach ist der gesammte Widerstand des Rohres:

bei gleicher Betheiligung der Metalltheile am Widerstande 700000 Pfd.
nach dem 1. Spannungsgesetze 384510 „
„ „ 2. „ 233310 „
„ „ 3. „ 188425 „

Wird die Spannung des Pulvergases zu 21000 Pfd. auf 1 Q.'' angenommen, so beträgt der ganze, in der 10-zöll. Bohrung wirksame Druck, dem das Rohr mit seiner Metalldicke Widerstand zu leisten hat, 210000 Pfd.

Aus der Vergleichung dieser Zahlen geht hervor, dass man bei der Annahme einer gleichen Betheiligung aller Metalltheile am Widerstande auf einen mehr als dreimal so grossen Widerstand rechnen sollte, als der Druck des Pulvergases in Anspruch nimmt, wogegen nach dem Barlow'schen Gesetze dieser nur $1\frac{1}{2}$ mal so gross und nach dem dritten Gesetze sogar kleiner als dieser Druck ist, indem er nahe zu nur $\frac{9}{10}$ desselben beträgt.

Es muss hier noch ein anderer wichtiger Punkt hervorgehoben werden, welcher der Beleuchtung des in Rede stehenden Gegenstandes wesentlich förderlich ist. Nachdem nämlich die äusseren Partien eines Rohres nicht so viel leisten als die inneren, so müssen auch die Verstärkungen der Metalldicke desselben um so weniger zum Widerstande gegen den Gasdruck beitragen, je grösser die Metalldicke ist. Diese Thatsache ist von grosser Wichtigkeit und verdient eine besondere Darlegung.

Wir wollen zu diesem Zwecke in nachstehender Tabelle den Zuwachs des Widerstandes so wie des Gewichtes ersichtlich machen, der unserem 10zölligen Rohre durch die Vergrösserung seiner Metallstärke von Zoll zu Zoll erwächst, indem wir das bei seiner Einfachheit zugleich auch der Wahrheit ziemlich nahe stehende Barlow'sche Spannungsgesetz berücksichtigen.

1	2	3	4	5	6	7 Spalte
Metalldicke in Zollen	Wirklich geleisteter Gesammtwiderstand in Pfunden	Der Zuwachs am Widerstande durch die Vergrösserung der vorhergehenden Metalldicke um einen Zoll beträgt: in Pfunden	Der Zuwachs am Widerstande durch die Vergrösserung der vorhergehenden Metalldicke um einen Zoll beträgt: in Theilen des zuwachsenden Widerstandes bei gleicher Anspannung aller Metalltheile	Gewicht der cylinderischen Metallmasse des Rohres v. 1' Länge in Pfunden	Der Zuwachs am Gewicht durch die Vergrösserung der vorhergehenden Metalldicke um 1 Zoll, beträgt in Pfunden	Verhältniss des Zuwachses an Metallmasse zum Zuwachse am Widerstande des Rohres circa:
1	58333	—	—	99	—	—
2	100000	41667	0·595	215	116	1 : 359
3	131250	31250	0·446	349	134	1 : 233
4	155555	24305	0·347	502	153	1 : 158
5	175000	19445	0·277	672	170	1 : 114
6	190909	15909	0·227	860	188	1 : 84
7	204166	13257	0·189	1076	207	1 : 64
8	215385	11219	0·160	1291	224	1 : 50
9	225000	9615	0·137	1533	242	1 : 40
10	233310	8310	0·119	1793	260	1 : 32
11	240625	7315	0·104	2070	277	1 : 26
12	247059	6434	0·092	2366	296	1 : 21

Jeder Zoll Vermehrung in der Metalldicke des Rohres sollte dessen Widerstand um 2mal 35000, d. i. 70000 Pfd. erhöhen, wenn eine gleiche Betheiligung der Metalltheile am Widerstande stattfände. Die Zahlen der 3. und 4. Spalte zeigen jedoch, in

welchem Masse diese Erhöhung wirklich stattfindet. Man sieht aus ihnen, dass z. B. der 10. Zoll der Metalldicke den Widerstand des Rohres nur um das 0·119-fache, d. i. weniger als den 8. Theil jenes Widerstandes vermehrt, der dem 9'' dicken Rohre zuwachsen würde, wenn im Momente des höchsten Gasdruckes alle Metalltheile des Rohres eine gleiche Anspannung erlitten.

Der 12. Zoll trägt gar nur $^{9}/_{100}$ jenes Widerstandes zur Verstärkung bei. Und doch wächst die Masse des Metalles mit jedem Zolle der Vergrösserung der Metalldicke, wie die Zahlen der 5. und 6. Spalte zeigen, dergestalt, dass das Verhältniss des Zuwachses an Metallmasse zum Zuwachs am Widerstande in einem ganz erstaunlichen Masse abnimmt, wie aus den Zahlen der 7. Spalte zu ersehen ist.

Wenn man nun erwägt, dass, um den Widerstand des Rohres bei einer Metalldicke von 11'' nach der vorstehenden Tabelle nur um 6434 Pfd. zu erhöhen, die Metallstärke um 1'' vermehrt werden muss, während bei einer allerorts gleichen Anspannung des Metalles hiefür weniger als 0·1'' schon genügen würde, wodurch aber die Masse des Rohres nicht um 296 Pfd. auf 1' Länge, sondern nur um weniger als 3 Pfd. vermehrt wird, so kommt man zu dem höchst wichtigen Schlusse, dass alle Geschützrohre natürlicher Metallkonstruktion sehr viel Metall enthalten, welches zum Widerstande gegen die Expansivkraft des Pulvergases nichts beiträgt und daher für diesen unnütz mitgeführt wird, wie dies in allen unseren Geschützrohren auch thatsächlich der Fall ist. Wir werden auf diesen Schluss später noch zurückkommen.

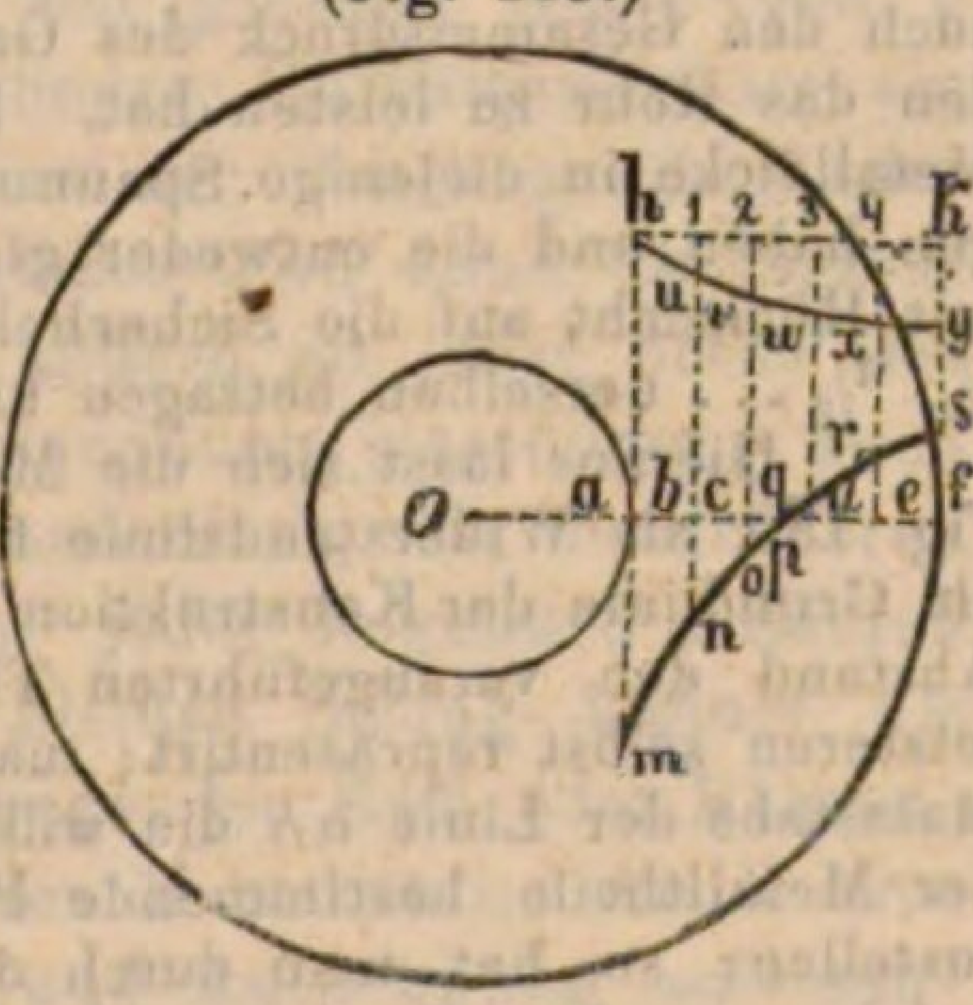
Hier wollen wir nur noch aufmerksam machen, dass es zur Beurtheilung der wahren Widerstandsfähigkeit eines Rohres wichtig ist, das seinem Materiale entsprechende Spannungsgesetz möglichst genau zu kennen. In dieser Beziehung halten wir nur sorgfältig angestellte Versuche für massgebend, fügen jedoch hinzu, dass die Anwendung eines auf diesem Wege erhaltenen Spannungsgesetzes sich blos auf jene Metall- oder speciell Eisensorte beschränken sollte, mit welcher der Versuch angestellt wurde. Um dies zu begreifen, hat man nur die eigentlichen Gründe zu erwägen, welche die Abnahme der Spannung des Metalles von der Bohrung gegen die Aussenfläche bedingen. Der wesentlichste derselben liegt in dem Umstande, dass die Metallmasse der einzelnen koncentrischen Schichten um so grösser wird, je weiter letztere nach aussen liegen. Hiernach vertheilen sich selbst gleiche, nach dem ersten Spannungsgesetze stattfindende Ausdehnungen der einzelnen Schichten, in den letzteren auf eine ungleiche Masse und muss naturgemäss in einer längeren Schichte die ausdehnende Kraft kleiner als in einer kürzeren sein, wenn beide um dasselbe Mass verlängert werden — wie dies übrigens schon bei Gelegenheit der Erörterung des ersten Spannungsgesetzes mit anderen Worten gesagt wurde. Nun können aber die einzelnen Schichten gar nicht um ein gleiches Mass verlängert werden, weil die Elasticität des Metalles ein Komprimiren der inneren Schichten bis zu einem gewissen Grade zulässt und demnach auf die nach aussen angrenzenden Schichten um so viel Kraft weniger übertragen wird, als diese Kompression bereits konsumirte, so dass der im Inneren wirkende Druck keineswegs ungeschwächt von Schichte zu Schichte durch die Metallmasse des Rohres fortgepflanzt wird. Beim Schusse treten diese Verhältnisse aus dem Grunde noch schärfer hervor, weil die Expansivkraft des Pulvergases mit solcher Heftigkeit auftritt, dass die Metalltheilchen gegen die auswärts angrenzenden einen kräftigen Stoss ausüben, wobei ebenfalls ein Verlust an Kraft stattfindet und wodurch nothwendig die Spannung in den weiter nach aussen liegenden Schichten um so kleiner wird. Ingleichen ist hier auch die Temperatur des Pulvergases von Einfluss, welcher zu Folge die näher der Bohrung liegenden Metalltheile augenblicklich mehr erwärmt

und ausgedehnt werden, als die anderen, welche weiter davon entfernt sind. Ueberhaupt ist aber die Elasticität der Rohrmaterie auf die grössere oder geringere Abschwächung des durch die Metallmasse fortgepflanzten Gasdruckes von wesentlichem Einfluss, und mögen auch die Zähigkeit und Dichte derselben hierauf massgebend einwirken, so dass in der That selbst jeder einzelnen Eisensorte eine eigene Art der Fortpflanzung jenes Druckes und somit auch ein eigenes Spannungsgesetz entspricht. Aus diesem Grunde mag auch das dritte Spannungsgesetz nur für die von Major Wade versuchten Cylinder seine volle Giltigkeit haben und es jedem Techniker, in Fällen einer benöthigten sehr genauen und verlässlichen Berechnung und Erzeugung überlassen bleiben, sich je nach der Natur des an einem bestimmten Orte dargestellten Eisens, das demselben entsprechende Spannungsgesetz für Rohrkonstruktionen eigens zu ermitteln. Für die gewöhnlichen Fälle der Berechnung von Metallstärken in Geschützrohren natürlicher Metallkonstruktion, oder des Widerstandes derselben kann man indessen von dem dritten Spannungsgesetze immerhin einen allgemeinen Gebrauch machen. Für diese Fälle leistet erfahrungsgemäss schon das zweite Gesetz gute Dienste.

§. 173. Theorie und Princip der Metallkonstruktion, um die Widerstandsfähigkeit der Rohre zu steigern. In der Reihe unserer Erörterungen haben wir nun anzugeben, auf welche Weise die Widerstandsfähigkeit der Rohre durch die Metallkonstruktion künstlich auf das höchste gesteigert werden kann. Hiezu dienen folgende Betrachtungen:

Wir haben bis jetzt vorausgesetzt, dass die Metalltheile des Rohres, wenn kein Druck in letzterem wirksam ist, gegen einander gleichförmig gelagert sind, d. h. dass die Metalltheilchen sich unter einander in jenem natürlichen Zustande der Lagerung befinden (natürliche Metallkonstruktion), in welchen sie durch die ihnen eigenthümliche Kohäsion versetzt und weder durch eine ausdehnende Kraft angespannt, noch durch eine pressende Kraft an einander gedrückt werden. Wir wollen diese natürliche Lagerung der Theilchen durch die Gerade af, Fig. 159, bildlich darstellen und letztere natürliche Lagerungslinie heissen. Dagegen wollen wir jene künstliche Lagerung, bei welcher die einzelnen Metalltheile sich dauernd (d. i. wenn keine ausdehnende Kraft in der Bohrung des Rohres thätig ist) im Zustande einer gewissen Ausdehnung oder Pressung befinden, durch eine Kurve ms bezeichnen, welche für Ausdehnungen oberhalb und für Pressungen unterhalb der natürlichen Lagerungslinie liegt und zum Unterschiede von dieser künstliche Lagerungslinie heissen soll.

(Fig. 159.)



Wenn man sich z. B. die natürliche Lagerung der Metalltheile a, b, c, p, d ... auf irgend eine künstliche Weise derart gestört denkt, dass nun die Kurve ms die künstliche Lagerung derselben bezeichnet, so würden, dem Gesagten zu Folge, die Senkrechten am, bn, co Pressungen der Metalltheile a, b, c und die Senkrechten dq, er, fs Spannungen der Metalltheile d, e, f bedeuten, während das Metalltheilchen p, weil es in der natürlichen Lagerungslinie af liegt, hiebei weder eine Spannung noch eine Pressung — oder beides mindestens in gleichem Masse, erleidet, so dass sein Kohäsionszustand gar nicht alterirt wird. Die Fläche $ampa$ würde ferner die Widerstandsfläche für die Zusammenpressung, $pfsp$ jene für die Ausdehnung oder Spannung vorstellen. Wir fügen noch hinzu, dass die Begriffe Lagerungskurve und Widerstandskurve sorgfältig von einander zu unterscheiden sind.

Erstere bezeichnet den Lagerungszustand der Metalltheile vor und nach der Anstrengung des Rohres durch einen inneren Druck, d. i. wenn das Rohr nicht im Gebrauch steht; letztere dagegen jenen Lagerungs- (Spannungs-) Zustand, in welchem die Metalltheile im Momente der Wirkung des höchsten Druckes sich befinden.

Es ist leicht, für jede gegebene Lagerungskurve die Widerstandskurve zu bestimmen, wenn das Spannungsgesetz und die Spannung bekannt ist, welcher die an der Bohrungsfläche liegenden Theilchen zu widerstehen haben. Wird letztere z. B. durch die Linie *m h*, Fig. 159, ausgedrückt, so findet man leicht mittelst des Spannungsgesetzes, nach Anleitung des vorigen Paragraphes, die den Theilchen *b*, *c*, *d* . . . entsprechenden Spannungen in Theilen der Linie *m h*, die man von den Punkten *n*, *o*, *d* . . . senkrecht zu *a f* verzeichnet, und wonach die Verbindung der erhaltenen Punkte *h*, *u*, *v*, *w* . . die fragliche Widerstandskurve *h y* gibt. Es ist begreiflich, dass die Anordnung der Lagerungskurve *m s* auch so getroffen sein kann, dass die Widerstandskurve eine zur natürlichen Lagerungslinie *a f* parallele Gerade, z. B. *h k* bildet, wornach also im Momente des höchsten Druckes sämmtliche Metalltheile sich in gleichem Masse am Widerstande betheiligen, weil in diesem Falle die Linie *h k* ein gleiches Hinwegführen des Kohäsionszustandes aller Metalltheile über ihre natürliche Lage gegen einander vorstellt. Die Lagerungskurve aber in dieser Weise für einen beliebig grossen Gas- und Wasserdruck, bei bekannter Widerstandsfähigkeit des Metalles anzuordnen, ist die eigentliche Kernfrage nach dem Principe der Metallkonstruktion, um Rohre von der grössten Widerstandsfähigkeit zu erzeugen. Die Bestimmung dieser Lagerungskurve geschieht dadurch, dass man den vorangeführten Weg, auf welchem man aus einer gegebenen Lagerungskurve die Widerstandskurve findet, zurück verfolgt, indem jetzt eigentlich die umgekehrte Frage vorliegt, nämlich aus der gegebenen Widerstandskurve (d. i. die Gerade *h k*) die Lagerungskurve zu bestimmen.

Bei der Lösung derselben wird man auf folgende Weise vorgehen. Ist z. B. für einen gegebenen Rohrkaliber der Gasdruck auf den Quadratzoll bekannt, so kennt man auch den Gesammtdruck des Gases in der Bohrung und mit diesem den Widerstand, den das Rohr zu leisten hat. Letzterer ist aber gleich dem doppelten Produkte der Metalldicke in diejenige Spannung, welche alle Metalltheile in gleichem Masse zu ertragen haben und die entweder gleich der absoluten Festigkeit des Metalles ist, oder — mit Rücksicht auf die Sicherheit des Widerstandes — einen gewissen Theil, z. B. $^3/_4$, $^2/_3$, $^1/_2$. . . derselben betragen kann.

Hieraus lässt sich die Metalldicke bestimmen. Zieht man nun die Gerade *h k*, Fig. 159, als Widerstandslinie für gleiche Anspannung in einem Abstande *h a* von der als Grundlinie der Konstruktion zu betrachtenden natürlichen Lagerungslinie *a f*, welcher Abstand den vorangeführten Theil der absoluten Festigkeit des Metalles, oder auch letzteren selbst repräsentirt; macht man ferner *a m* so gross als nöthig, um nach dem Massstabe der Linie *a h* die willkürlich gewählte und zugleich die künstliche Lagerung der Metalltheile bestimmende Pressung des Theilchens *a* an der Bohrungsfläche vorzustellen; so hat man durch die nun bekannte Linie *h m* jene Grösse gegeben, aus welcher man für alle andern Metalltheile *b*, *c*, *d* . . . je nach dem Durchmesser der Schichte, welcher sie angehören, mittelst des Spannungsgesetzes die Linien *n* 1, *o* 2, *q* 3 . . . berechnen, somit die Lagerungslinie *m s* bestimmen kann. Um bezüglich der Pressung des Theilchens *a*, so wie der sie vorstellenden Geraden *a m* nicht willkürlich vorzugehen, sondern *a m* ein, durch die Möglichkeit und Zweckmässigkeit der Ausführung gebotenes Gesetz einhalten zu lassen, kann man dieselbe so gross machen, dass bei der resultirenden Lage der Lagerungskurve *m s*, die Widerstandsfläche *a m p a* für die Pressung, am Inhalte jener *p f s p* für die Ausdehnung gleich ist, indem durch diese Anordnung die Anstrengung des Rohrmateriales über seinen natürlichen Kohäsionszustand, sowohl für die Pressung wie für die Spannung gleichzeitig auf das kleinste Mass beschränkt wird.

Hat man nun die Lagerungskurve bestimmt, so befindet man sich auf dem von der Theorie vorgezeichneten Standpunkte, um Rohre zu erzeugen,

welche jedem beliebigen, im Innern wirkenden Gas- oder Wasserdruck zu widerstehen vermögen. Denn diese Lagerungskurve bildet das Princip jener künstlichen Metallkonstruktion, durch welche die eben ausgesprochene Absicht erreicht werden kann. Man hat nämlich, nach der hier gepflogenen Betrachtung, sich blos zu bemühen, die näher der Bohrungsfläche liegenden Metalltheile in den Zustand einer, nach einem bestimmten Gesetze von innen nach aussen abnehmenden Pressung, und die näher der Aussenfläche liegenden Theile in einen gegen aussen, nach demselben Gesetze wachsenden Spannungszustand dauernd zu versetzen. Dies ist nun die von der Theorie an die ausübende Technik gestellte Aufgabe. In dem folgenden Paragraphe wollen wir sehen, welche Wege betreten wurden, um dieselbe wenigstens annähernd zu lösen.

§. 174. Praktische Methode, um den Anforderungen der Theorie an die Metallkonstruktion von Geschützrohren mit erhöhter Widerstandsfähigkeit zu entsprechen. Wenn man den Inhalt des vorigen Paragraphes richtig erfasst hat, so wird man gewiss keinen Augenblick anstehen zu bekennen, dass die angeführte Theorie der Metallkonstruktion berücksichtigungswürdig sei, welche bezweckt, die dem Rohrmetalle innewohnende Kraft des Widerstandes so viel als möglich auszubeuten und zu verwerthen.

Nach dem, was von den Bemühungen bis jetzt bekannt wurde, die obige Theorie praktisch anzuwenden, kann man drei Methoden der Ausführung unterscheiden, durch welche mehr oder weniger den Anforderungen der Theorie entsprochen wird.

1. Die Reif- und Röhrenkonstruktion. Nach dieser Konstruktion besteht das Geschützrohr aus einer gusseisernen, gussstählernen, oder auch schmiedeisernen Röhre (Kammer, Bohrungsröhre) von geringer, etwa 1 bis $1\frac{1}{2}''$ betragender Dicke, auf welche ebenfalls 1 bis $1\frac{1}{2}''$ dicke, schmiedeiserne Reifen von circa $3''$ Breite, oder Röhren von gleicher Dicke und 1 bis höchstens $3'$ Länge aufgezogen werden, deren innerer Durchmesser um ein bestimmtes Mass kleiner als der äussere Durchmesser der Bohrungsröhre oder Kammer ist. Ueber diese erste Reif- oder Röhrenschichte wird dann am Bodenstücke gewöhnlich noch eine zweite, bei grossen Kalibern an jener Stelle des Bodenstückes, wo in der Bohrung die grösste Gasspannung stattfindet, auch eine dritte und vierte Schichte von derselben Beschaffenheit wie die früheren aufgezogen, indem nämlich der innere Durchmesser jeder folgenden äusseren Reif- oder Röhrenschichte um einen bestimmten kleinen Betrag kleiner als der äussere Durchmesser der unmittelbar darunter liegenden Reif- oder Röhrenschichte ist. So äussern die Schichten in der ganzen Metallstärke des Rohres eine eigenthümliche Wechselwirkung von Pressung und Ausdehnung aufeinander, so dass die Metalltheile gewaltsam aus ihrer natürlichen Lagerung gegen einander gebracht und mindestens annähernd in dasjenige künstliche Lagerungsverhältniss versetzt werden, welches von der Theorie gefordert wird.

Vollkommen genau kann der Theorie durch diese Konstruktion nicht entsprochen werden, da jeder Reif oder jede Röhre doch auch nichts anderes ist, als ein Cylinder von einer gewissen Metallstärke, innerhalb welcher sich der Spannungszustand beim Schusse auf ähnliche Weise nachtheilig, wie bei den Rohren natürlicher Metallkonstruktion mit ungeschichteter Metallstärke gestalten muss. In jeder einzelnen Schichte wird sich nämlich die Abnahme der Betheiligung der Metalltheilchen am Widerstande gegen den inneren Druck,

von innen nach aussen in ähnlicher Weise wiederholen, wie sie im ungeschichteten Rohre an denselben Stellen wirklich auftritt, so dass das angeführte Princip der Metallkonstruktion nicht — wie es sein soll — in stetiger, sondern in eben so oftmal unterbrochener Folge von innen nach aussen ausgeführt ist, als Reif- oder Röhrenschichten vorhanden sind. Man sieht also, dass die Röhren- oder Reifkonstruktion allerdings einen grösseren Widerstand gegen den Druck des Pulvergases erzeugt; gleichwohl aber eine ziemlich unvollkommene Realisirung des theoretisch geforderten Spannungszustandes ist. Sie wird zwar um so mehr ihren Zweck erfüllen, je dünner die einzelnen Röhrenschichten sind; dagegen wird durch eine Vermehrung der letzteren die ganze Erzeugung ziemlich komplicirt. Denn das Aufziehen der einzelnen Röhren oder Reifen auf einander, so wie die Herstellung der Röhren überhaupt, ist, wenn Genauigkeit in der Konstruktion herrschen soll, mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden.

Das Aufziehen der einzelnen Röhren oder Reifen auf einander kann auf verschiedene Weise geschehen:

a) Nach dem Verfahren Armstrong's und der älteren Angabe Blackely's werden die einzelnen Röhren oder Reifen erhitzt, wobei sich dieselben ausdehnen und leicht auf die darunter zu liegen kommenden Schichten aufziehen lassen. Beim Erkalten ziehen sie sich zusammen und bewirken ein sehr festes und inniges Anschliessen an die darunter liegende Schichte, wodurch diese dergestalt zusammengepresst und die aufgezogene Schichte ausgedehnt wird, dass annähernd der von der Theorie geforderte und durch die Reif- oder Röhrenkonstruktion möglicher Weise zu erreichende Lagerungszustand der Metalltheile eintritt. Dieses Verfahren muss jedoch als sehr unzuverlässig bezeichnet werden, da der Betrag der Zusammenziehung der aufgezogenen Schichten beim Erkalten von vielerlei Umständen abhängig ist, so dass man über denselben nichts Bestimmtes anzugeben vermag und desshalb über den in der ganzen Metallstärke bestehenden Lagerungszustand der Metalltheile, so wie über den hierauf basirten Widerstand des Rohres gegen den Druck des Pulvergases volle Ungewissheit herrscht. Armstrong verzichtet daher auch bei seinen Rohren auf die durch die Reif- oder Röhrenkonstruktion möglicher Weise zu erzielende Genauigkeit der theoretisch geforderten Metallkonstruktion, indem er sich begnügt, blos einen kräftigen Zusammenhang der einzelnen Schichten zu erzeugen und zu diesem Ende die einzelnen Schichten nicht mit einem sorgfältigst berechneten Spannungsgrad, sondern einfach mit einem hinreichenden Unterschied der Durchmesser zur Erzielung eines kräftigen Zusammenhanges über einander aufzieht.

b) Genauer ist das von Blackely später empfohlene und angewendete Verfahren, nach welchem sämmtliche Röhren schwach konisch gestaltet sind und durch kräftige hydraulische Pressen so weit über einander geschoben werden, als es nothwendig ist, um den erwünschten Grad der Wechselwirkung von Pressung und Spannung, d. i. den berechneten Lagerungszustand der Metalltheile hervorzurufen. Hiezu bedarf es keiner Erwärmung der aufzuschiebenden Röhren, und ist es dabei doch — wie man sagt — möglich, mit grosser Genauigkeit zu arbeiten und der Theorie in soweit zu entsprechen, als es die Eigenthümlichkeit der Reif- und Röhrenkonstruktion gestattet.

c) Ein anderes Verfahren, die Röhren über einander aufzuziehen, ist das von Pearson und Treadwell angegebene und ausgeführte, nach welchem in die Aussenfläche jeder Röhre Schraubengänge und in die Innenfläche der aufzuschiebenden Röhren entsprechende Muttergewinde, von etwa $^3/_4$ bis 1''' Tiefe, eingeschnitten werden. Nach vorläufigem Erwärmen der äusseren Röhren kann man dann diese ganz leicht auf die inneren aufschrauben, worauf — nach stattgefundener Erkaltung, in Folge der eintretenden Zusammenziehung — eine sehr innige Verbindung beider Röhren und, wie man angibt, der weitere Vortheil erzielt wird, dass man im Falle der Beschädigung irgend einer Röhre, oder auch der Bohrung, nach vorausgegangener Erwärmung der äusseren Röhren, diese wieder leicht abschrauben kann, um den beschädigten Theil zu repariren, oder durch einen anderen zu ersetzen. Bezüglich des Betrages der Spannung und Pressung in den einzelnen Schichten, d. i. des Lagerungszustandes der Metalltheile, herrscht jedoch dieselbe Ungewissheit wie bei dem Armstrong'schen Verfahren.

Um die Röhren von gehörigem inneren Durchmesser und besonders von guter

Beschaffenheit zu erhalten, wird das beste Schmiedeisen von 2 bis 3'' Breite und 1 bis 2'' Dicke benützt, welches bis zur Weissglühhitze angewärmt und spiralförmig mit kleinen Zwischenräumen auf eine eiserne Röhre von entsprechendem äusseren Durchmesser aufgewickelt wird. Hierauf werden die so gestalteten Röhren auf's Neue geglüht und die Spiralen derselben, auch Reifen genannt, unter einem Dampfhammer zusammengeschweisst, so dass die Zwischenräume, durch welche sich die Schlackenreste und Oxyde entfernen können, vollends verschwinden und ein dichter Anschluss der einzelnen Spiralen an einander erzielt wird. Die auf diese Weise hergestellten Röhren haben eine Länge von 2 bis 3' und werden, nachdem sie auf die Bohrungsröhre des Rohres oder auf irgend eine schon aufgezogene Röhrenschichte desselben aufgeschoben wurden, nach erneuertem Anwärmen gleichfalls zusammengeschweisst und auf die bestimmten Dimensionen abgedreht.

Bei den Armstrongkanonen mit der Einrichtung von rückwärts zu laden, dient ein mittlerer Theil des Bodenstückes dazu, um eine feste Verbindung des Rohres mit dem Rückentheile herzustellen, in welchem sich die Verschlussschraube befindet. Dieser Röhrentheil wird nicht auf die eben beschriebene Weise aus spiralförmig aufgewundenen Stäben, sondern aus einer Platte erzeugt, die in die Röhrenform gebogen und zusammengeschweisst, auf eine Reif- oder Röhrenschichte des Bodenstückes derart aufgezogen wird, dass sie noch hinreichend weit nach rückwärts vorsteht, um die anderen Theile des Hinterladungsverschlusses aufnehmen zu können. Bei Vorderladungsrohren hat die Bohrungsröhre am Bodentheile ausserhalb gewöhnlich eine solche Verstärkung, dass sämmtliche Reif- oder Röhrenschichten an derselben eine Stütze finden. Ingleichen ist auch der Mündungstheil der Bohrungsröhre zuweilen verstärkt, um als Anlehnung für die einzelnen Schichten zu dienen, was aber nicht unbedingt nöthig ist. Die Schildzapfen gehören in der Regel jenem äusseren Röhrentheile an, der in die Gegend zu liegen kommt, wo die Schildzapfen angebracht werden sollen.

Alle Arbeiten, wie sie die Reif- und Röhrenkonstruktion mit sich bringt, müssen mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden; insbesondere ist der genauen Erzeugung der Röhren alle Aufmerksamkeit zu schenken. Von dem richtigen Verhältnisse des innern Durchmessers jeder äusseren Röhre zu dem äusseren Durchmesser der angrenzenden inneren Röhre hängt es allein ab, ob das angestrebte Princip der Metallkonstruktion innerhalb jener Grenze realisirt wird, welche der Reif- und Röhrenkonstruktion eigenthümlich ist. Ein anscheinend geringer Fehler kann bedeutende Störungen hervorrufen.

Um eine Vorstellung von der Genauigkeit dieser Dimensionen zu erhalten, diene nachstehende Tafel, welche die Durchmesser von 4 Röhren eines 4zölligen Geschützrohres ausweiset.

Nro. des Reifes oder der Röhre	Innerer Halbmesser r in Zollen	Aeusserer Halbmesser R in Zollen	Dicke $R-r$ in Zollen	Differenz in Zollen
1	r_1 = 4·0000	R_1 = 5·3222	$R_1 - r_1$ = 1·3222	$R_1 - r_2$ = 0·0031
2	r_2 = 5·3191	R_2 = 7·2928	$R_2 - r_2$ = 1·9737	$R_2 - r_3$ = 0·0035
3	r_3 = 7·2893	R_3 = 9·4633	$R_3 - r_3$ = 2·1740	$R_3 - r_4$ = 0.0035
4	r_4 = 9·4598	R_4 = 11·8247	$R_4 - r_4$ = 2·3649	—

Nach der letzten Spalte dieser Tabelle muss also der äussere Durchmesser der ersten Röhre um $^{31}/_{10000}$ d. i. um nahezu einen halben Punkt grösser sein, als der innere Durchmesser der zweiten Röhre, und der äussere Durchmesser dieser Röhre muss wieder um fast eben so viel grösser als der innere Durchmesser der dritten Röhre sein u. s. w., wenn anders die entstehenden Lagerungs- und Spannungsverhältnisse dem Principe der beabsichtigten Metallkonstruktion entsprechen sollen.

Das sind nun jedenfalls sehr kleine Zahlen, die einen ungemein hohen Grad der Genauigkeit bei der Erzeugung solcher Röhren und Reifen bedingen und zugleich erkennen lassen, wie schwer es im Allgemeinen ist, durch die Methode der Reif- und Röhrenkonstruktion den Anforderungen des mehrerwähnten Princips selbst innerhalb jener Grenzen nachzukommen, die durch diese Methode überhaupt eingehalten werden können.

2. Die Drahtkonstruktion. Eine andere Methode, den Anforderungen der Theorie zu entsprechen, ist die von dem englischen Civiltechniker Longridge angegebene und ausgeführte Drahtkonstruktion. Diese besteht darin, dass auf die bei der Reif- und Röhrenkonstruktion angeführte Bohrungsröhre fester Eisendraht von $^1/_{16}$ bis $^1/_8$'' Dicke derart dicht neben einander und in mehreren Schichten mit wachsender Anspannung aufgewickelt wird, dass sich die Theilchen des Drahtes von der Bohrungsröhre bis zur äussersten Drahtschichte in jenem Spannungszustande befinden, den die Theorie fordert. Diese Arbeit kann nach der Erklärung von Longridge dadurch bewerkstelligt werden, dass man den Draht zuerst um eine Trommel windet, deren Achse parallel zur Achse der in einer Drehbank eingespannten Bohrungsröhre des Geschützrohres liegt, und dass man nun beim Abwickeln des Drahtes von der Trommel und beim Aufwickeln auf die Bohrungsröhre ein dem Prony'schen Dynamometer ähnliches Bremswerk auf die Achse der Trommel in einem successive verstärkten Masse derart wirken lässt, dass jede Drahtschichte von innen nach aussen in den der Theorie entsprechenden Spannungszustand versetzt wird. Diese Manipulation soll äusserst leicht und regelmässig vor sich gehen und einen hohen Grad von Genauigkeit zulassen.

Indessen haben sich 1860 in dem Vereine der englischen Civilingenieure einige Stimmen erhoben, die gegen die erfolgreiche praktische Ausführung dieser Konstruktion wichtige Bedenken aussprachen, und zwar in Bezug auf die Befestigung der Drahtenden, dann in Bezug auf den Widerstand des Stossbodens gegen den Rückstoss und in Bezug auf den Widerstand des Rohres überhaupt gegen feindliche Schüsse und andere von aussen einwirkende Beschädigungen. Longridge, sowie andere ausgezeichnete Ingenieure und Techniker hielten jedoch diese Bedenken für unerheblich, da sich dieselben ihrer Meinung nach leicht beseitigen lassen. Sie haben auch beiläufig die Wege angedeutet, auf welchen dies in befriedigender Weise geschehen kann. Die Drahtenden sollten dadurch befestiget werden, dass man sie in Löcher steckte, welche in das Metall der Bohrungsröhre nach schiefer Richtung gebohrt werden, und in welchen man sie mittelst eines eisernen Keiles verkeilte. Um einen festen Boden zu erzeugen, sollte der Draht auch um diesen gewunden werden, und um den Draht vor äusseren Beschädigungen zu sichern, wäre derselbe entweder zu verlöthen oder durch einen Mantel aus Eisenblech zu schützen. In wieferne diese Mittel ausreichen, um beim Ernstgebrauche die Geschützrohre vor jedem störenden Zufalle, den man leicht schon bei der Konstruktion der Rohre hätte absehen können, zu sichern, kann nur durch die Art der Ausführung, sowie durch praktische Proben entschieden werden. Im J. 1861 brachte Longridge in der Versammlung des Ingenieurvereines seine Konstruktion erneuert zur Sprache und bemerkte ausdrücklich, dass man gegen sein System keinen andern Einwand erhoben habe, als dass die Ausführung mechanische Schwierigkeiten darbiete, wogegen er aber bereit sei, den Weg zu zeigen, auf dem man diese beseitigen könne.

Vergleicht man die Drahtkonstruktion mit der Reif- und Röhrenkonstruktion, so muss man ihr vor dieser unbedingt den Vorzug einräumen, wenn man vom theoretischen Standpunkte aus urtheilt. Denn die einzelnen Drahtschichten sind viel dünner als die Röhrenschichten, wonach dem angeführten Principe der Metallkonstruktion auch weit besser entsprochen werden kann.

3. Die Rodman'sche Gussmethode. Als eine dritte Methode, um annähernd den von der Theorie geforderten Lagerungszustand der Metalltheile eines Geschützrohres zu erreichen, kann man das Verfahren des nordamerikanischen Artillerie-Majors Rodman betrachten, welches derselbe anwendet, um gusseiserne Rohre von grosser Widerstandsfähigkeit zu erzeugen. Dieses Verfahren besteht im Giessen der Rohre über einen hohlen Kern und in einer eigenthümlichen Abkühlung der Gussmasse durch einen Strom kalten Wassers, welcher ununterbrochen in den hohlen Kern durch eine Röhre nach abwärts und dann wieder durch den ringförmigen Raum zwischen Röhre und

Kern nach aufwärts geleitet wird. Dabei werden die Flaschen der Rohrform durch ein auf dem Boden der Dammgrube angemachtes Feuer ringsum in einer möglichst hohen Temperatur erhalten. Die Folge soll sein, dass die Abkühlung der Gussmasse nun nicht — wie bei dem gewöhnlichen Massivgusse — von aussen nach innen, sondern von innen nach aussen fortschreitet und dass daher die einzelnen erstarrenden Schichten sich innig an die nächst inneren, bereits erstarrten Schichten anschliessen und eben so sehr diese zusammenpressen, als sie selbst wieder in den Zustand einer gewissen gegenseitigen Spannung versetzt werden.

Man begreift, dass hiedurch, wenn diese Absicht wirklich erreicht wird, in der ganzen Metallstärke von innen nach aussen ein Lagerungszustand der Metalltheile entstehen muss, der eine Aehnlichkeit mit jenem hat, wie er von dem Principe der Metallkonstruktion von Rohren mit höherer Widerstandsfähigkeit gefordert wird. Der englische Artillerie-Kapitän Blackely erklärte auch, dass ein derart erzeugtes gusseisernes Rohr ohne Zweifel der durch das Princip geforderten Bedingung um so näher käme, je mehr es möglich ist, die Aussenseite des Rohres mittelst des um die Geschützform in der Dammgrube angebrachten Feuers so lange flüssig zu erhalten, bis der übrige Theil desselben sich nach und nach dadurch abkühlte, dass alle Wärme durch den Kern entströmt. — Offenbar spielt hier die Abkühlung der Gussmasse von innen die wichtigste Rolle. —

Als man so erzeugte Rohre dem Ausdauerversuche unterzog, zeigten sie in der That eine namhaft grössere Widerstandsfähigkeit (siehe §. 198) als andere auf die gewöhnliche Weise nicht über den Kern gegossene Rohre; allein die Sprengstücke des Langenfeldes eines 10zölligen Rohres gaben auf der Bruchfläche Spalten und Höhlungen zu erkennen, welche 4 bis 5″ lang und circa $^1/_2$″ weit, koncentrisch zwischen der Bohrungs- und Aussenfläche gelagert waren. Da nun jener Theil der Querschnittsfläche des Rohres, innerhalb dessen diese fehlerhaften Stellen noch lagen, $^3/_{10}$ des ganzen Querschnittes betrug, so schloss man, dass $^3/_{10}$ der Hitze, welche in der flüssigen Gussmasse enthalten war, durch das im Kern cirkulirende Wasser abgeführt wurde, während die anderen $^7/_{10}$ durch die Aussenfläche der Gussform entwichen. Man musste sich hienach vorstellen, dass die Abkühlung gleichzeitig von aussen und von innen stattfand und demnach an der Aussen- und Innenfläche auch gleichzeitig Zusammenziehungen stattfanden, die im Innern der Metallmasse zu den erwähnten Höhlungen und Spalten führten, weil es jedenfalls wegen früherer Erstarrung an nachfliessendem und ausfüllendem Metalle fehlte. Bei einem solchen Abkühlungsprocesse aber kann streng genommen jener Lagerungszustand der Metalltheile nicht herbeigeführt werden, wie er von der Theorie der Metallkonstruktion gefordert wird. Nur die innersten, der Bohrungsfläche zunächst liegenden Schichten werden in einen ähnlichen Zustand versetzt; die bei weitem grössere, nach aussen liegende Masse wird sich wie beim gewöhnlichen Massivgusse lagern, wo die Abkühlung nur von der Aussenfläche her stattfindet. Es mögen also durch diese Gussmethode immerhin sehr widerstandsfähige Rohre erhalten werden, allein dem angeführten Principe der Metallkonstruktion von Geschützrohren, nach welchem im Momente der höchsten Gasspannung beim Schusse sich sämmtliche Metalltheile mindestens nahezu in gleichem Masse am Widerstande betheiligen, werden sie nicht entsprechen. Endlich muss man noch hinzufügen, dass man über den Betrag der Widerstandsfähigkeit solcher Rohre gar nichts weiss.

§. 175. **Rückblick auf den Werth des dargelegten Princips der künstlichen Metallkonstruktion und Vergleich mit dem Gedanken, eiserne Ringe zur Verstärkung der Widerstandsfähigkeit der Rohre anzuwenden.** Blicken wir nun auf das Vorgetragene zurück, so müssen wir bekennen, dass das dargelegte Princip seine volle Richtigkeit hat und gegen dasselbe sich keinerlei Bedenken erheben lassen, wie es auch wirklich in England, selbst von den Gegnern der Erzeugung von Geschützrohren mit künstlicher Metallkonstruktion niemals angefochten wurde. Ob nun die vollkommen genaue praktische Ausführung dieses Princips im Bereiche technischer Möglichkeit liegt oder nicht, kann uns hiebei vorläufig nicht berühren; genug, dass es uns über die eigentliche Ursache des unverlässlichen Gebrauches von Geschützrohren grossen Kalibers mit natürlicher Metalllagerung belehrt. Für grosse, maritime Staaten, welche genöthigt sind, befestigte Küstenobjekte und Schiffe mit Geschützrohren mächtigen Kalibers zu armiren, ist dies schon ein Gegenstand von grösster Bedeutung. Denn nun ist die Bahn vorgezeichnet, auf welcher der ausübende Techniker sich bewegen, die Richtung bestimmt angegeben, in der er vorwärts schreiten muss, um endlich Geschützrohre von jeder beliebigen Widerstandsfähigkeit zu erzeugen, somit die Bedienung derselben gefahrlos zu machen und die äusserste Kalibergrenze so weit hinauszurücken, als es nur immer die Handhabung von Geschütz und Geschoss noch gestattet.

(So hatte sich beispielsweise Longridge schon vor Jahren erboten, ein 15zölliges Rohr herzustellen, welches ein Geschoss von 3′ Länge und 15″ Durchmesser mit 1800′ Anfangsgeschwindigkeit zu schiessen im Stande ist, und in neuerer Zeit wurden Rohre von 15—20″ Bohrungs-Durchmesser von Armstrong, Blackeley, Rodman u. A. erzeugt.)

Solche riesenhafte Konstruktionen würden gewiss in das Reich der Fabeln gehören, wenn eine reife Ueberlegung nach verschiedenen Richtungen hin sie nicht theoretisch begründet finden würde. Was die praktische Ausführung anbelangt, so mag diese immerhin bedeutende Schwierigkeiten darbieten und an manchen Orten sogar auf längere Zeit hinaus wirklich unthunlich erscheinen.

Man sieht hiernach, dass die nach dem dargelegten Principe ausgeführte Metallkonstruktion der Rohre mit dem wahren Fortschritte in der Entwickelung des Waffenwesens in inniger Verbindung steht und ebenso wenig unterschätzt werden sollte, wie die Frage über das beste Schiesspräparat und die zweckmässigste Geschosskonstruktion. Denn erst der Umstand, dass man durch dieses Princip im Stande ist, den Rohren jede beliebige Widerstandsfähigkeit zu geben, gestattet die Anwendung brisanter Präparate, deren vortheilhafte Rückwirkung auf die Konstruktion der Geschütze nicht verkannt werden kann. — Ja, es ist sogar wünschenswerth, aus den nach dem dargelegten Principe erzeugten Rohren nur mit rasch verbrennendem Pulver zu schiessen, um — umgekehrt wieder die Vortheile dieser Konstruktion auszubeuten. Denn ausserdem, dass man den Rohren jede beliebige Widerstandsfähigkeit geben kann, ist man auch im Stande, das Gewicht derselben aus dem Grunde ansehnlich zu vermindern, weil nun nicht mehr so, wie bei der natürlichen Metalllagerung, in den Rohren eine für den Widerstand gegen die Expansivkraft des Gases nutzlose Metallmasse mitgeführt wird. Je leichter aber die Rohre

desselben Kalibers sind, desto grösser ist bei gleicher Ladungsgrösse und demselben Schiesspräparate der Rückstoss auf die Laffete, und kann daher dieser Nachtheil nur durch die Anwendung eines brisanten Schiesspräparates, welches einen kleinern Rückstoss ergibt, wieder ausgeglichen werden. (In England wird auch deshalb von den Anhängern dieses Princips immer nur der Wunsch nach einem rasch verbrennenden Pulver geäussert, dessen Anwendung noch mehr zu empfehlen ist, wenn man auf die grössere Ladungsmenge Rücksicht nimmt, welche die Ausführung des Gedankens, Spitzgeschosse ohne Rotation aus glatten Rohren zu schiessen, gestattet.)

Was das Gewicht der Rohre mit künstlicher Metallkonstruktion anbelangt, so kann dasselbe selbst bis auf die Hälfte des Gewichtes der Rohre mit natürlicher Metallkonstruktion von gleichem Kaliber vermindert werden, und wollte man der vollständigen Sicherheit bei anhaltendem Gebrauche wegen, die Metallstärke auch nicht so weit herabsetzen, so wäre doch immerhin eine bedeutende Verminderung derselben, somit auch des Rohrgewichtes ermöglicht. Ein 48-Pfünder, der aus Gusseisen erzeugt, circa 80 Ctr. schwer ist, würde hiernach ein Gewicht von etwa 40 oder 60 Ctr. erhalten, wenn man ihn nach dem Principe der künstlichen Metalllagerung konstruirt. Die Ersparniss, welche hiedurch an Materiale erzielt wird, dürfte allerdings durch die umständlichere Arbeit grösstentheils aufgewogen werden; allein von unschätzbarem Werthe bleibt hiebei immer, dass man es bei der Handhabung und beim Gebrauche solcher Geschütze mit beträchtlich kleineren Gewichten zu thun hat. Jeder, der in beengten Räumen mit so grossen Kalibern manipulirte, fühlte es gewiss tief genug, welche Schwierigkeiten die Dirigirung solcher ungeheurer Massen, namentlich dann bereitet, wenn es noch dazu an geeigneten Manipulationsgeräthen fehlt. Denken wir uns nun ein solches Geschütz im Kampf begriffen, und z. B. nur ein Laffetenrad desselben demontirt, was bei den 36zöll. gusseis. Rädern leicht durch das eigene Feuer möglich ist, so kann eine durch nichts mehr zu behebende Kampfunfähigkeit eintreten, welcher noch andere äusserst empfindliche Verluste auf dem Fusse folgen können, besonders wenn ein solches Geschütz auf einer Thurmterrasse mit anderen Geschützen in koncentrirter Aufstellung sich befindet.

Hiernach glauben wir auch, dass das dargelegte Princip nicht allein bei den Schiffs- und Küstengeschützen der Seemächte ersten Ranges, sondern auch bei jenen minderen Ranges und überhaupt bei jenen Geschützen eine vortheilhafte Anwendung finden dürfte, welche zur Vertheidigung, sowie zum Angriff der Binnenplätze bestimmt sind. Welche Beweglichkeit käme nicht in ein Batteriegeschützsystem, dessen Rohre nach diesem Principe konstruirt wären. Der mehr als 50 Ctr. schwere 24-Pfdr. würde kaum 36 Ctr. — der 27 Ctr. schwere 12-Pfdr. circa 20 Ctr. — und der leichte 12-Pfdr. circa 12 Ctr. wiegen, und wollte man sich wirklich entschliessen, ein 80 Ctr. schweres Rohr im Festungskriege zu verwenden, so würde man damit weit grössere Geschosse als jetzt in die Ferne zu treiben im Stande sein.

Ueberblickt man alles bisher Gesagte, so verdient nach unserer Ansicht vielleicht auch die Idee Würdigung, ob — durch die zusammengreifende Anwendung von glatten Rohren mit jeder beliebigen Widerstandsfähigkeit, von gasreichen Schiesspräparaten mit möglichst kurzer Verbrennungsdauer und von Spitzgeschossen ohne alle Rotationseinrichtung mit möglichst weit

vor der Luftwiderstandsmitte liegendem Schwerpunkte — der Artillerie nicht Vortheile erwachsen können, welche dem Grundsatze der grössten Auswerthung der Kräfte und Verminderung der Hindernisse entsprechen, welche demnach die aus dem Schiesspräparate zu entbindende Kraft sowohl, als die Kraft des Widerstandes der Rohre und der Laffeten, bei den kleinsten Massen an Ladung, Rohr und Laffete möglichst nutzbringend machen und die grössten Geschosse in die Ferne zu treiben gestatten, welche überdies mit der grössten Trefffähigkeit, bei dem auf ein Minimum reducirten Luftwiderstande, das Ziel auch mit der grössten Perkussion erreichen.

Wenn auch die Realisirung dieses Gedankens gegenwärtig unausführbar erscheint, so verneint dies noch keineswegs die Möglichkeit der Realisirung für die Folge. Einen zutreffenden Vergleich bietet hier der Ausspruch Robins über die gezogenen Kanonen in einer längst vergangenen Zeit. Dieser gelehrte englische General sagte bekanntlich: „dass derjenige Staat, welcher die Natur und die Vortheile der gezogenen Rohre durch und durch erfasst, deren Erzeugung erleichtert und vervollständigt und bei zweckmässiger und geschickter Handhabung ihren Gebrauch allgemein eingeführt haben wird, zu einem Vorzuge im Waffenwesen gelangen muss, der kühn an die Seite desjenigen gestellt werden kann, welcher zu was immer für einer Zeit, mit welcher Art Waffe es gewesen sein mag, erlangt worden ist.“ — Mehr als hundert Jahre hat es bedurft, um endlich jene Mittel zu finden, welche die Erzeugung brauchbarer gezogener Rohre und das erfolgreiche Schiessen aus denselben ermöglichten, und somit deren vorhergesagten besonderen Vorzug erkennen liessen — und Viele, darunter sogar ausgezeichnete Männer, hielten noch vor kaum 10 Jahren den Gedanken, gezogene Geschützrohre für den Schiessgebrauch zu verwenden, für einen unpraktischen.

Einen so hohen Werth wir nun gleichfalls auf gezogene Rohre legen, so darf doch nicht verkannt werden, dass sie nur ein wohldurchdachtes Auskunftsmittel sind, um die Trefffähigkeit auf eine Höhe zu steigern, die man bis jetzt ohne Rotation der Geschosse noch nicht zu erreichen vermochte.

Was das von uns vorgetragene Princip der Metallkonstruktion betrifft, so hat dasselbe in Oesterreich ebenfalls einen Vertreter in dem ausgezeichneten Direktor des k. k. Eisenwerkes zu Neuberg in Steiermark, Bergrath Hummel. Wie weit dessen Erzeugnisse bezüglich ihrer Vollkommenheit bereits gediehen sind, ist uns jedoch unbekannt, wir zweifeln jedoch nicht, dass bei beharrlicher Verfolgung der Absicht, Rohre von höherer Widerstandsfähigkeit zu erzeugen, die Resultate günstig ausfallen werden.

Nach dem bisher Gesagten wird man nun auch in der Lage sein, die Absicht würdigen zu können, eiserne Ringe zur Verstärkung der Kanonen anzuwenden. Diese Ringe werden meist aus Stahl erzeugt, und auf abgedrehte gusseiserne Rohre im warmen Zustande gebracht. Die Zusammenziehung derselben ist eine derartige, dass die Elasticität der Metalltheile nicht aufgehoben wird. Die Anzahl der Ringe bestimmt sich nach der Grösse des Kalibers. Für den 30-Pfdr. haben sich in Frankreich 8 Stahlringe als genügend gezeigt. Obgleich die Notiz über die Art der Lagerung dieser Ringe und deren Dimensionen sich nicht vollkommen deutlich ausspricht, so hat es doch den Anschein, als ob die Ringe eine einzige Schichte

um das Rohr bilden, da mit Grund zu vermuthen ist, dass die ganze Darstellungsweise in Frankreich von dem im Früheren genannten Obersten Treuille de Beaulieu herrührt. Dieser liess schon vor einigen Jahren 30pfd. Kanonenrohre vom Stossboden bis nahe an die Schildzapfen cylindrisch abdrehen und über diesen Theil genau gebohrte stählerne Ringe ziehen.

Dass auf diese Weise sehr widerstandsfähige Rohre hergestellt werden können, ist ausser Zweifel, denn das Aufziehen der Ringe im warmen Zustande und die beim Erkalten stattfindende Zusammenziehung derselben, führt zu einer ähnlichen Lagerung der Metalltheile, wie sie das im Vorangehenden dargelegte Princip fordert. — Nur hat man es hier mit zwei Schichten zu thun, wovon die erste Schichte das gusseiserne Rohr, die zweite Schichte die neben einander aufgezogenen Ringe oder Reifen bilden, wogegen nach dem dargelegten Principe eine möglichst grosse Anzahl von Schichten gefordert wird. Wir haben daher die Ansicht, dass Rohre, welche aus mehreren, dem Principe entsprechend übereinander aufgezogenen Schichten erzeugt sind, jedenfalls einen grösseren Widerstand zu leisten im Stande sein müssen, als jene, welche blos mit einer einzigen Ringschichte versehen sind, wiewohl die Herren Pétin und Gaudet in Frankreich, welche auch eiserne Armstrongkanonen verfertigt haben, nicht anstehen zu erklären, dass die mit Ringen versehenen gusseisernen und besonders gussstählernen Kanonen eine grössere Garantie bezüglich der Widerstandsfähigkeit, bei nicht übermässigen Preisen, bieten. Vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, ist diese Erklärung völlig unbegründet. In der Praxis mag es sich zuweilen ereignen, dass ein mit einer Ringschichte armirtes Rohr einen grösseren Widerstand zeigt, als ein aus mehreren Reif- oder Röhrenschichten zusammengesetztes, *) denn endlich kommt Alles nur auf die technische Ausführung an, allein im Principe liegt dies durchaus nicht, und die technische Ausführung hat dahin gerichtet zu sein, nur dem Principe möglichst gerecht zu werden. Es mag nun allerdings wahr sein, dass die Erzeugung der Rohre aus mehreren Reif- oder Röhrenschichten grössere Schwierigkeiten verursacht, so dass im Allgemeinen, bei nicht gehöriger Gewandtheit, die technische Ausführung auch problematischer wird als in dem anderen Falle, wo man blos eine einzige Ringschichte auf das bereits fertige Rohr aufzieht; hat man es aber einmal auf jene Stufe der Fertigkeit gebracht, welche erreicht zu haben Armstrong 1861 in der Versammlung der englischen Civilingenieure von seinen Arbeitern behauptete, so dürften wohl sorgfältig nach dem angeführten Principe der Metallkonstruktion aus mehreren Reif- oder Röhrenschichten erzeugte Rohre jederzeit den Vorzug verdienen, oder wenn anders die Bedenken gegen die Drahtkonstruktion wirklich beseitigt sind, dieser vor allen anderen Konstruktionen der Vorrang gebühren. Indessen beabsichtigte man in Frankreich und England **) durch die Methode, eine

*) Nach Berichten engl. Artillerie-Officiere haben bei komparativen Schiessversuchen in neuester Zeit die aus homogenem Metalle erzeugten und durch schmiedeiserne Ringe verstärkten Rohre Whitworth's, jene Armstrong's von der oben erwähnten Röhrenkonstruktion in Bezug auf Ausdauer und Widerstandsfähigkeit (auch in anderen Beziehungen) übertroffen.

**) Ausser in Frankreich und England geschahen auch in Spanien und Belgien Versuche, die Widerstandsfähigkeit gusseiserner Rohre durch Umgeben von Ringen aus Stahl oder Schmiedeisen zu erhöhen.

einzige Schichte stählerner Ringe auf Kanonenrohre aufzuziehen, auch blos die vorhandenen gusseisernen oder gussstählernen Rohre grösseren Kalibers zu verstärken, und von diesem Gesichtspunkte aus muss man den Vorgang als entsprechend ansehen, auch beweist derselbe, dass man den Werth des dargelegten Princips der künstlichen Metallkonstruktion keineswegs verkennt, sondern im Gegentheile schon bei den vorhandenen Rohren dasselbe auf die einfachste und billigste Weise anwendet. Es würde eine ungeheuere und kostspielige Arbeit verursachen, wenn man die vorhandenen Rohre bis auf die kleine Dicke einer Bohrungsröhre für die geschichtete Rohrkonstruktion abdrehen wollte; weit einfacher und offenbar billiger ist es, dieses Abdrehen nur in geringem Masse vorzunehmen und die abgenommene Masse durch eine innig anschliessende Stahlschichte zu ersetzen, die sich am Widerstande gegen den Gasdruck gewiss mehr betheiligt und desshalb auch von geringerem Gewichte sein kann, als die abgenommene Masse, so dass die Rohre in der That nicht allein widerstandsfähiger, sondern je nach Umständen auch leichter im Gewichte werden können. Uebrigens leidet diese Methode an denselben Gebrechen wie jene Armstrong's, nämlich, dass man über den von den Rohren wirklich zu leistenden Widerstand nichts Bestimmtes weiss, da die Pressung der inneren Metalltheile (d. i. jener des Rohres) und die Anspannung der äusseren (d. i. jener der Ringe) in beiden Fällen dem ungewissen Grade der Zusammenziehung des erkaltenden Stahles oder Eisens überlassen wird.

Was die Dimensionen der Stahlringe anbelangt, so ist ihr Lichtendurchmesser jedenfalls kleiner als der äussere Durchmesser der Rohre, so dass allerdings beabsichtigt wird, die Ringe mit einem gewissen, voraus berechneten Spannungsgrad auf die Rohre aufzuziehen, allein, wie bereits gesagt, wird diese Absicht durch die obwaltende Unsicherheit über den Betrag der Zusammenziehung während des Erkaltens gestört.

Es verdient angeführt zu werden, dass Treuille zur Verstärkung seiner 30pfd. Kanonen den Lichtendurchmesser der Stahlringe um ebenso viel kleiner als den äusseren Durchmesser der Rohre machte, als die Vergrösserung der Bohrungsdurchmesser im Momente der höchsten Gasspannung beträgt, was mit dem ersten Spannungsgesetze (§. 172) übereinstimmt, und mit Rücksicht auf die Gusseisensorte, aus welcher die Kanonen bestanden, sich auf den dreihundertsten Theil des Bohrungsdurchmessers belief. Wir haben aber bereits gesehen, dass nach dem ersten Spannungsgesetze die Betheiligung der entfernter von der Bohrung liegenden Metalltheile für grösser gehalten wird, als sie nach den anderen Spannungsgesetzen und wahrscheinlich auch in Wirklichkeit stattfindet. Hiernach ist das Mass der Verkleinerung der Stahlringe zu gross, und befinden sich diese für gewöhnlich in dem Zustande einer grösseren Anspannung, als unumgänglich nöthig ist. Die eigentlich erforderliche und genügende Anspannung an der inneren Fläche der Stahlringe, um daselbst im Momente des höchsten Gasdruckes die nämliche Anspannung wie an der Bohrungsfläche zu erzielen, würde bei der üblichen Metalldicke der Rohre von 5″, beiläufig nur $^1/_7$ jener an der Bohrungsfläche betragen, wonach also die gewöhnliche Anstrengung der Stahlringe mindestens siebenmal grösser als nothwendig ist, erscheint, was naturgemäss die möglicher Weise durch ein der Wahrheit näher liegendes Spannungs-

gesetz zu erreichende Widerstandsfähigkeit der Rohre streng genommen beeinträchtigt. Gleichwohl ist die wirklich erreichte Widerstandsfähigkeit noch immer gross genug, und wird der Zweck, gusseiserne oder gussstählerne Rohre zu verstärken, wenn schon nicht bis zum gröstmöglichsten, so doch bis zu einem den Anforderungen an die in Rede stehenden Kaliber, angemessenen Grade erreicht.

Auch in Amerika steht die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gusseiserner Rohre durch Ringe von Schmiedeisen in Anwendung. Die gusseisernen Rohre des Systems Parrott werden nämlich am Bodenstücke nächst dem Ladungsraume durch einen Ring von Schmiedeisen verstärkt. Parrott's Vorgang ist hiebei der folgende: der rückwärtige Theil des Rohres wird mit einer Hülse aus geschmiedetem Eisen umgeben, deren innerer Durchmesser es gestattet, dieselbe leicht über das Bodenstück des betreffenden Rohres zu schieben; die Stärke der Hülse ist dem halben Kaliber des Rohres gleich, ihre Länge derart berechnet, dass sie den ganzen von der Ladung sammt Geschoss eingenommenen Theil umhüllt. Diese Hülse ist aus mehreren Eisenstäben erzeugt, welche in der Schweisshitze auf einen massiven Eisencylinder gerollt, mittelst eines durch Dampf bewegten Hammers (mit einem Schlage von circa 1500 Kilogramm = 3311 $^{1}/_{4}$ Pfd.) zusammengeschweisst werden.

Ist die Hülse fertigt, so nimmt man sie vom Cylinder ab, bringt sie in Weissglühhitze und schiebt sie in diesem Zustande auf das Rohr. Dadurch, dass die Kanone ein wenig gegen die Mündung zu geneigt ist, ermöglicht sie das Ablaufen eines kalten Wasserstromes, den man während dieses ganzen Processes ununterbrochen durch das Rohr leitet. Hiedurch erkaltet die Hülse unmerklich von innen nach aussen, und das Zurückgehen des Metalles geschieht unter den günstigsten Bedingungen, um die Verbindung der Hülse mit dem Rohre auf das Beste herzustellen und dem Reife eine äusserste Zähigkeit zu geben.

Diese Methode vermehrt bedeutend die Stärke der gusseisernen Rohre, und zwar gerade des durch die Entladung am meisten leidenden Theiles. Als Beweis dafür möge folgender Fall gelten. Bei der Belagerung von Charleston zersprang eine 300pfd. Parrottkanone (zum Bombardement von Fort Sumter verwendet) am Vorderstücke, in Folge der Explosion eines Projektiles in der Bohrung. Das Rohr litt hiedurch so wenig, dass General Gilmore den zerrissenen Theil absägen liess und sich dieses Geschützes während der ganzen Belagerung weiter bediente.

Das Gewicht der auf diese Art erzeugten Rohre beträgt, u. z. des 10-, 20-, 30-, 100-, 200- und 300-Pfdrs.: 8·9, 17·5, 42 (35·5) 97, 165 und 260 Ctr.

Dass diese Rohre trotz dem nicht vollkommen verlässlich sind, zeigt unter andern der Bericht des Admiral Porter an die Regierung der Union vom 26. December 1864 über die Beschiessung von Fort Fisher, in welchem derselbe erwähnt, dass mehrere 100-Pfdr. Parrott's platzten, wodurch Unfälle entstanden. (Uebrigens scheint das System Parrott auch sonst nicht vollkommen zu entsprechen, weil die Unions-Regierung in neuester Zeit die weitere Erzeugung der Parrott-Kanonen eingestellt hat. — Ausser den genannten Kanonenrohren hat Amerika gegenwärtig Whitworth-Rohre, Rohre, welche nach der Methode des Major Rodman erzeugt sind, Dahlgren-Rohre etc. im Gebrauche.)

Hier glauben wir beifügen zu müssen, dass auch bei den in Oesterreich eingeführen Küstengeschützen, als: der 48pd. Küstenkanone, der 30pfd. Küstenhaubitze und dem 24pf. Hinterladungrohre, die Verstärkung derselben durch stählerne Ringe in Erwägung zu ziehen wäre, indem die Garantie ihres Widerstandes, während eines lebhaft unterhaltenen Feuers, durch dieselben vielleicht wesentlich erhöht werden dürfte. Wir sind dabei der Ansicht, dass die Arbeit nicht bedeutend vermehrt würde, um, bei einem guten Materiale der Stahlringe, die Rohre selbst bis um 10 Ctr. und vielleicht auch darüber, leichter im Gewichte zu machen.

Was die Widerstandsfähigkeit der von Homogen - Eisen oder Gussstahl erzeugten Rohre (von Whitworth, Krupp etc.) betrifft, so ist dieselbe im Allgemeinen grösser, als jene der Rohre, welche auf eine der vorstehenden Arten erzeugt wurden. (Siehe hier — „Materie des Rohres" §. 12 und „Erzeugung des Rohres" §§. 202—205.) Als ein Beispiel der Widerstandsfähigkeit gussstählerner Rohre diene Folgendes:

Ein im Jahr 1857 vom französischen Artillerie-Komité zu Vincennes mit 2 der 12pf. Granatkanonen aus der Fabrik von Krupp durchgeführter Schiessversuch (Ausdauer-Versuch) hat gezeigt, dass nach 3000 Schüssen, welche aus jedem der beiden Rohre gegeben worden waren, die Bohrungen derselben beinahe ganz ungeändert geblieben sind, und der Zustand der Zündlöcher sehr zufriedenstellend war; was die grosse Widerstandsfähigkeit des Gussstahles gegen alle jene Ursachen beweist, durch welche Bohrungsbeschädigungen hervorgerufen werden.

Um eine zweite Eigenschaft des Gussstahles zu erproben, wurde eines der genannten Rohre mit einer 12pf. Feldkanone beschossen, und hiebei die Ueberzeugung gewonnen, dass der Gussstahl wohl zerbrechlicher als Bronze, jedoch dies viel weniger als Gusseisen sei, dass übrigens der Gussstahl den feindlichen Kugeln eben so gut wie Bronze, mehr aber als Gusseisen widerstehe. — Schliesslich wurde mit einem der beiden Rohre eine Gewaltprobe vorgenommen; zu diesem Zwecke wurden aus demselben

20 Schüsse mit 5 Pfd. 11 Lth. W. G. und 2 Kugeln,
10 „ „ 5 „ 11 „ „ „ „ 3 „
5 „ „ 10 „ 22 „ „ „ „ 6 „ gemacht; im letzteren Falle war die Bohrung mit Ausnahme von 11 $^1/_3$" W. M. ganz mit Pulver (30 $^1/_3$") und Kugeln (26 $^1/_2$") ausgefüllt. Die Bohrung des Rohres zeigte nach dem Beschiessen nicht die mindeste Beschädigung, was erkennen lässt, dass die Widerstandsfähigkeit des Gussstahls jener der Bronze oder des Gusseisens überlegen ist.

Schliesslich bemerken wir, dass das Problem, die Widerstandsfähigkeit der Rohre möglichst zu erhöhen, mit der Ermittlung der Gasspannung in der Rohrbohrung in den verschiedenen Entfernungen vom Verbrennungsraume des Pulvers, resp. der ballistischen und brisanten Wirkung des Triebmittels beim Schusse im Rohre, Hand in Hand geht, und stimmen mit Bezug auf letztere, mit dem so gewichtigen Ausspruche des k. k. Artill.-Obstlt. F. Ritt. v. Uchatius vollkommen überein, welcher bei der Besprechung der von ihm konstruirten Pulverprobe (auf die wir bei der folgenden Betrachtung des Pulvers und seiner Kraftäusserung eingehend zurückkommen) in den Mittheilungen des k. k. Artillerie-Komité, Jhrg. 1864, 9. Bd., 4. Heft., pag. 121 bezüglich des in Rede stehenden Gegenstandes sagt:

„Die Thatsache, dass alle bis heute, selbst aus kostspieligen Materialien konstruirten, zum Durchschiessen der Eisenpanzer bestimmten Geschütze, die gewünschte Verlässlichkeit in der Ausdauer nicht besitzen, lässt es als vollkommen gerechfertiget erscheinen, einige Rohre solchen Versuchen zu opfern, durch welche diejenigen Schiessmittel und Lademethoden aufgefunden werden können, die ohne Beeinträchtigung des ballistischen Effektes, die Sprengwirkung herabsetzen, und indem hierbei die auf das Rohr geübten Sprengwirkungen für jede Schussart detaillirt vor das Auge treten, Anhaltspunkte für Geschütz-Konstruktionen geliefert werden, welche bisher noch nicht vorhanden waren."

γ. Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die Schonung des Gestelles und der sonstigen Beziehungen zu demselben. — Gewicht, Hinterwucht und Schwerpunkt des Rohres.

§. 176. Nächst der Wirkung des Rohres sind seine Beziehungen zum Gestelle von der entschiedensten Wichtigkeit, wenn man eine entsprechende Widerstandsfähigkeit desselben voraussetzt. Unter den Eigenschaften des Rohres, welche nach dieser Richtung eine besondere Erwägung beanspruchen, ist das Gewicht — die Hinterwucht — und die Schwerpunktslage des Rohres, weiters die Lage, Stellung und Form der Schildzapfen und Angussscheiben — die Einrichtung an der Traube oder unten am Bodenstücke, um die Wirkung der Richtmaschine auf das Rohr zu übertragen — endlich die Schwerpunktslage des Rohres mit Bezug auf die Laffetenachse — und die Stärke des Rohres am Bodenstücke, respektive der Durchmesser des hintern Visirreifes besonders zu berücksichtigen.

Was das Gewicht des Rohres betrifft, so haben wir schon bei der Besprechung der — „Inneren und äusseren Form des Rohres" — Reflektionen auf die Beziehungen desselben zum Gestelle gemacht und bemerken daher hier nur das Nachstehende.

Die Schonung des Gestelles fordert ein bestimmtes Verhältniss zwischen den beiderseitigen Gewichten des Rohres und des Gestells; — ein zu geringes Gewicht des Rohres führt den frühzeitigen Ruin des Gestelles herbei, indem der durch die Explosion des Triebmittels hervorgerufene Rückstoss auf das Rohr desto grösser wird, je kleiner die Masse ist, auf welche er sich vertheilt, was sich auf das Gestelle überträgt. Je kleiner daher das Gewicht des Rohres ist, desto stärker muss das Gestelle in seinen Abmessungen gehalten sein und desto mehr wächst daher das Gewicht des letzteren. Man sieht hieraus, dass man in der Verminderung der Rohrgewichte nicht zu weit gehen darf, und dies besonders bei jenen Geschützen, wo verhältnissmässig grössere Ladungen zur Anwendung kommen.

Durch den nach rückwärts wirkenden Theil der Pulverkraft erleidet nämlich der Boden der Bohrung einen Stoss, welcher eine rückgängige Bewegung des Rohres hervorzubringen strebt.

Da sich dieser Rückstoss unter sonst gleichen Umständen auf eine desto grössere Anzahl materieller Theilchen vertheilt und daher die Aeusserung seiner Wirkung desto kleiner wird, je grösser die Masse oder das Gewicht des Rohres ist, so folgt, dass das Gewicht des Rohres im Verhältnisse zu jenem des Geschosses bedeutend sein müsse, wenn der Rücklauf angemessen beschränkt, der Gebrauch der Waffe noch zulässig sein und das Gestelle nicht zu frühzeitig zu Grunde gehen soll.

Durch das grosse specifische Gewicht der Erzeugungsmaterialien und die sonst erforderlichen Abmessungen erhalten die Geschützrohre im Allgemeinen an und für sich ein genügendes Gewicht, und es stellen insbesondere vielfältige Versuche ausser Zweifel, dass bei dem Gewichte der bestehenden Geschütze das Geschoss noch vor Beginn des Rücklaufes das Rohr verlässt; dass somit das durch den Rückstoss und das Zündloch entstehende Bücken vorgewichtiger Geschützrohre auf den Flug des Geschosses keinen Einfluss nehmen kann.

Das Wievielfache des Geschossgewichtes das Rohrgewicht betragen müsse, um im Vereine mit dem Gewichte des Gestelles die nachtheiligen Folgen des Rückstosses bei jedem Geschütze angemessen zu beschränken, geben hauptsächlich nur Versuche und die Erfahrung an die Hand; denn die Unbestimmtheit vieler Einfluss nehmender Faktoren macht auch hier das Resultat der Berechnung zweifelhaft, wogegen die hinreichend genaue Berechnung des Rohrgewichtes für ein bestimmtes Erzeugungsmateriale aus den bekannten Abmessungen keinem Anstande unterliegt.

Dem Gesagten zu Folge, wird nach vorangegangenen theoretischen Bestimmungen doch nur die Erfahrung in Bezug des entsprechendsten Verhältnisses zwischen Rohr- und Gestellgewicht massgebend sein und muss daher bei neuen Konstruktionen durch Versuche befragt werden.

Beim Feldgeschütz, wo eine Verminderung des Rohrgewichtes besonders wünschenswerth erscheint, bestehen in Oesterreich die nachstehenden Verhältnisse zwischen dem Rohr- und Laffetengewichte:

Beim	4	-pfd.	Bogenzug-Geschütz,	nahe wie	3 : 5
„	8	„	„ „	„ „	3 : 4
„	4	„	Schiesswollgeschütz	„ „	3 : 6
„	8	„	„	„ „	3 : 4
„	6	„	Fussgeschütz	„ „	7 : 8
„	6	„	Kavalleriegeschütz	„ „	7 : 11
„	12	„	Fussgeschütz	„ „	7 : 7
„	7	„	kurz. Hbtz. Fussgschtz.	„ „	5 : 9
„	7	„	„ „ Kavallgsch.	„ „	5 : 12
„	7	„	lang. Hbtz. Fussgschütz,	„ „	5 : 6

Obwohl die Grenzen dieser Verhältnisse weit auseinander liegen, so ist dies doch durch die besondere Bestimmung der Geschütze, ihre Eigenthümlichkeit und das angewendete Triebmittel begründet.

Das geringere Gewicht der Schiesswoll-Rohre forderte z. B. eine Verstärkung der Widerstandsfähigkeit der Gestelle, um die ungünstige Einwirkung desselben auf die letzteren zu paralysiren; was bei der Konstruktion der Laffetirung dieses Systems berücksichtigt werden musste.

Anderseits tritt bei dem meist grossen Gewichte der Hinterladungs-Rohre die Rücksicht auf die Schonung des Gestelles in den Hintergrund.

Bei Batterie-Geschützen ist das Rohrgewicht im Allgemeinen von der Bedingung der Schonung des Gestelles unabhängiger.

Die Gewichte der österr. glatten Rohre sind in Tafel 1 und 2, §. 42, jene der gezogenen Rohre in Tafel 3 und 4, §. 127, angegeben.

§. 177. Da die Beziehungen des Gewichtes — des specifischen Gewichtes — der Dichte — der Masse und des Volumens eine vielseitige Anwendung in der Artillerie finden, so sollen hier einige dieser Beziehungen in Kürze erwähnt werden.

Wenn man die für jedes materielle Theilchen gleiche Kraft, mit welcher es gegen die Erde zu fallen strebt, d. h. dieselbe Wirkung der Schwerkraft $= g$ annimmt und erwägt, dass die Masse M eines Körpers die Menge seiner materiellen Theilchen und das Gewicht P desselben die Summe oder die Resultirende der auf diese Theilchen hervorgebrachten vertikalen Wirkung ist; so kann man die Gleichung aufstellen:

$$P = g M \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Hieraus sieht man, dass g das Gewicht der Masseneinheit vorstellt und dass sich die Gewichte der Körper, wie ihre Massen verhalten.

Wenn bei einem Körper die materiellen Theilchen näher an einander gerückt sind, als bei einem andern Körper oder mit andern Worten, wenn ein Körper eine grössere Masse hat, als ein anderer unter demselben Volum: so ist der erste Körper dichter als der zweite. Ein Körper ist gleichförmig dicht oder homogen, wenn (was immer für grosse oder kleine) gleiche Theile seines Volums gleiche Massen enthalten; demnach ist bei einem homogenen Körper die Dichte der Quotient seiner Masse durch sein Volum. Homogene Körper von einerlei Materie nennt man gleichartig.

Bezeichnet nun M die Masse, K den Kubikinhalt und D die Dichte eines homogenen Körpers, so ist zu Folge der so eben gemachten Erklärung

$$D = \frac{M}{K}, \text{ oder } M = D K' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

und daher wegen (1) auch

$$P = g D K \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Bezeichnet man endlich das Gewicht des homogenen Körpers unter der Einheit des Kubikinhalts mit S, welches das eigenthümliche oder specifische Gewicht seiner Materie genannt wird, so ist nothwendig $P = S K \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$

(Unter Einheit des Kubikinhaltes wird bei uns gewöhnlich ein Wiener Kubikschuh verstanden. Manchmal wird auch ein Kubikzoll zur Einheit genommen, doch wird dieses immer eigens erwähnt. Die Gewichte werden in Oesterreich zumeist auf das zur Einheit angenommene Wiener Pfund bezogen.)

Aus der Formel (4) $P = S K$ folgt $K = \frac{P}{S}$, $S = \frac{P}{K}$.

Durch die erste dieser Formeln erhält man das wirkliche Gewicht eines Körpers aus dem Volum desselben und aus dem specifischen Gewichte seiner Materie. Hat z. B. ein Körper von Gusseisen $K = 1{\cdot}403$ Kubikschuh und ist das specifische Gewicht des Gusseisens $S = 417$ Pfund., so ergibt sich das Gewicht dieses Körpers mit $1{\cdot}403 . 417 = 585$ Pfund.

Die zweite Formel bestimmt das Volum des Körpers aus dem Gewichte desselben und aus dem specifischen Gewichte seiner Materie; so z. B. enthält ein metallener Bombenmörser, der 1755 Pfunde zum Gewichte hat, da das specifische Gewicht des Stückmetalls $= 504$ Pfunden ist, $1755 : 504 = 3{\cdot}4821$ Kubikschuh.

Die dritte Formel dient zur Bestimmung der specifischen Gewichte homogener Körper. So erhält man z. B. das specifische Gewicht des Schiesspulvers, wenn man mit demselben ein Gefäss, dessen Volum sich genau angeben lässt, ganz ausfüllt und dann die hineingebrachte Pulvermenge gut abwägt. Das Gewicht in Pfunden durch das in Kubikschuhen ausgedrückte Volum dividirt, gibt das gesuchte specifische Gewicht des Pulvers. Um das specifische Gewicht vom Gusseisen, woraus die Kanonenkugeln bestehen, zu erhalten, wird man durch Abwägen das Gesammtgewicht von mehren genau kalibermässigen Kugeln bestimmen und dieses durch den Kubikinhalt aller abgewogenen Kugeln dividiren.

Bei der Annahme, dass dieses specifische Gewicht einer Materie das Gewicht einer Volumeneinheit derselben Materie ist, muss man die specifischen Gewichte nach den Angaben in dem einen Lande, zum Gebrauche für ein anderes, mit Hilfe der bekannten Mass- und Gewichtsverhältnisse beider Länder, erst auf das Mass und Gewicht des letzteren reduciren, was unbequem ist, wie das folgende Beispiel zeigt: Man hat auf Wiener Mass und Gewicht bezogen das specifische Gewicht des Gusseisens $= 417$ Pfunden, man will das specifische Gewicht desselben Eisens für Berliner Mass und Gewicht wissen. Da $0{\cdot}835181$ Wiener Pfunde $= 1$ Berl. Pfund, und $0{\cdot}992886$ Wien. Fuss $= 1$ Berliner Fuss sind; so verwandeln sich 417 Wiener Pfunde in $\frac{417}{0{\cdot}835181}$ Berliner Pfunde $= P$, und 1 Wien. Kubikfuss in $\frac{1}{(0{\cdot}992886)^3}$ Berl. Kubikfuss $= K$.

Also ist nach der dritten Formel das gesuchte specifische Gewicht:

$$S = \frac{P}{K} = \frac{417\ (0\cdot992886)^3}{0\cdot835181} = 488\cdot7 \text{ Berliner Pfunden für 1 Berliner Kubikfuss.}$$

Um daher diesen unbequemen Reduktionen auszuweichen, hat man die specifischen Gewichte in einem, von den Mass- und Gewichts-Verhältnissen der verschiedenen Länder unabhängigen Sinne dargestellt.

Man erhält nämlich durch die Vergleichung der Formeln (3) und (4) die Gleichung $S = g\,D$, und ebenso für eine andere Materie, deren specifisches Gewicht s und Dichte d ist; $s = g\,d$, folglich aus der Verbindung beider Gleichungen die Proportion:

$$S : s = D : d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

nach welcher sich sofort die specifischen Gewichte homogener Körper wie ihre Dichten verhalten.

Wird nun die Dichte eines homogenen Körpers, der an allen Orten der Erde gleichartig erhalten werden kann, für die Einheit angenommen, wozu man das destillirte Regenwasser als am geeignetsten anerkannte; so kann die Dichte aller übrigen homogenen Körper in Theilen dieser Einheit ausgedrückt werden. Setzt man demnach in der aufgestellten Proportion $d = 1$ und nimmt s für das specifische Gewicht des destillirten Regenwassers; so ergibt sich daraus der Quotient $D = \frac{S}{s} \quad \ldots\ldots (6)$ welcher das Verhältniss des specif. Gewichtes eines jeden homogenen Körpers zu dem specif. Gewichte des Regenwassers darstellt. Man nennt daher diesen Quotienten das specifische Gewicht der Körper in einer zweiten Bedeutung. Eine Tafel über die specifischen Gewichte der Körper in dieser zweiten Bedeutung, die sich nämlich auf das specifische Gewicht des Regenwassers beziehen, findet man in „Logarithmischen und logarithmisch-trigonometrischen Handbüchern" etc. *) So findet man z. B. in einer derlei Tafel bei dem Quecksilber für die Temperatur von 0° Reaumur die Zahl 13·599 eingetragen, also hat das Quecksilber das 13·599fache Gewicht des Wassers unter derselben Temperatur und demselben Volum.

Aus Gl. (6) folgt weiters $S = s\,D \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$ das heisst das specifische Gewicht S eines Körpers in der ersten Bedeutung wird erhalten, wenn man nach der erwähnten Tafel sein specifisches Gewicht in der zweiten Bedeutung mit dem specifischen Gewichte s des destillirten Regenwassers multiplicirt.

Nach den vom Professor Stampfer im Wiener k. k. politechnischen Institute, unternommenen genauen Versuchen beträgt das Gewicht eines Wiener Kubikschuhes destillirten Regenwassers in seiner grössten Dichte bei 3° R. 56·346 Wiener Pfunde, daher ist das specifische Gewicht eines jeden andern homogenen Körpers, nämlich das Gewicht eines Kubikschuhes seiner Materie $S = 56\cdot346.\ D.$ So ist bei Platin $S = 56\cdot346 \times 21\cdot343 = 1202\cdot6$ Pfunden.

Diese Erörterungen dürften hinreichend gezeigt haben, dass eine solche Tafel der specifischen Gewichte in der zweiten Bedeutung gleich bequeme Anwendung für alle Länder hat, nur muss man in jedem Lande das specifische Gewicht des Wassers für eine bestimmte Volumeinheit kennen, um das specifische Gewicht eines andern Körpers für dieselbe Volumeinheit des betreffenden Landes leicht bestimmen zu können. So ist z. B. nach der erwähnten Tafel 7·4 das specifische Gewicht des Gusseisens; weiss man nun, dass der Berliner Kubikschuh destillirten Regenwassers = 66·04 Berliner Pfunden ist, so erhält man für den Berliner Kubikschuh desselben Eisens $66\cdot04 \times 7\cdot4 = 488\cdot7$ Berliner Pfunden.

Nimmt man die Formel (4) $P = S\,K = s\,D\,K$ nochmals und drückt das Gewicht eines andern Körpers durch P', sein Volum durch K', das specifische Gewicht seiner Materie durch S' in der ersten und durch D' in der zweiten Bedeutung aus, so ist auch $P' = S'\,K' = s\,D'\,K'$, folglich $P : P' = S\,K : S'\,K' = D\,K : D'\,K'$; d. h. die Gewichte homogener Körper verhalten sich wie die Produkte ihrer specifischen Gewichte (der ersten oder zweiten Bedeutung) in ihre Kubikinhalte.

Ferner folgt aus dieser Proportion:

1) $P : P' = S : S' = D : D'$ für $K = K'$; das heisst bei homogenen Körpern von gleichem Volum verhalten sich die Gewichte wie die specifischen Gewichte in beiden Bedeutungen. —

*) Am Schlusse dieses Werkes ist eine derlei Tafel angehängt.

2) Ist $P = P'$, so wird $KS = K'S'$ und $KD = K'D'$; sonach $K : K' = S' : S = D' : D$; d. h. bei homogenen Körpern von gleichem Gewichte sind die Kubikinhalte der Körper im verkehrten Verhältnisse ihrer specifischen Gewichte.

3) Ist endlich $S = S'$ oder $D = D'$, haben nämlich die homogenen Körper gleiche specifische Gewichte, in welchem Falle sie von einerlei Materie oder gleichartige Körper sind; so ist $P : P' = K : K'$, oder die Gewichte gleichartiger Körper verhalten sich wie ihre Kubikinhalte.

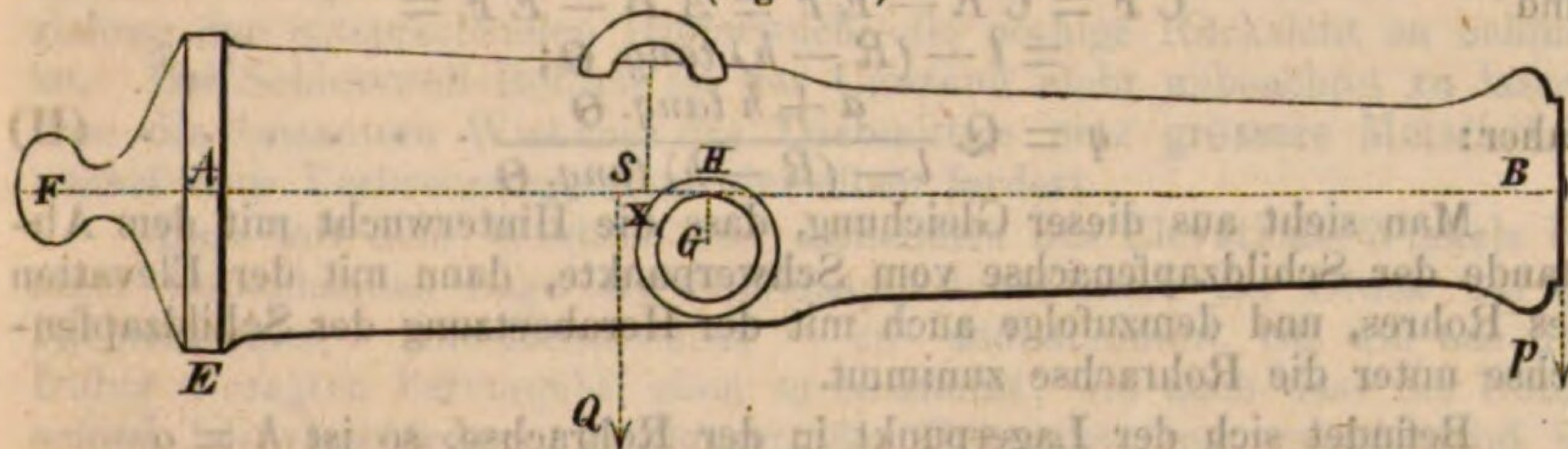
Sind überdies diese Körper ähnlich und bezeichnen A und A' gleichnamige Abmessungen derselben, so ist $K : K' = A^3 : A'^3$; also auch $P : P' = A^3 : A'^3$; d. i. bei gleichartigen und ähnlichen Körpern verhalten sich die Gewichte derselben, wie die dritten Potenzen ihrer gleichnamigen Abmessungen.

§. 178. Was die Hinterwucht der Rohre betrifft, so bemerken wir hier: Unter Hinterwucht versteht man, wie schon erwähnt, den Druck, welchen das horizontal gestellte Rohr auf die Richtmaschine ausübt.

Die gewünschte Hinterwucht wird durch die Vorsetzung der Schildzapfenachse vor den Schwerpunkt des Rohres erreicht. (Siehe §§. 59—64.)

Soll bei einem schon konstruirten Rohre die Hinterwucht praktisch bestimmt werden, so kann man an der Mündung so lange Gewichte anbringen, bis das Rohr um die Schildzapfenachse im Gleichgewichte, die Seellinie horizontal ist, und das Bodenstück nicht mehr an der Richtmaschine aufliegt.

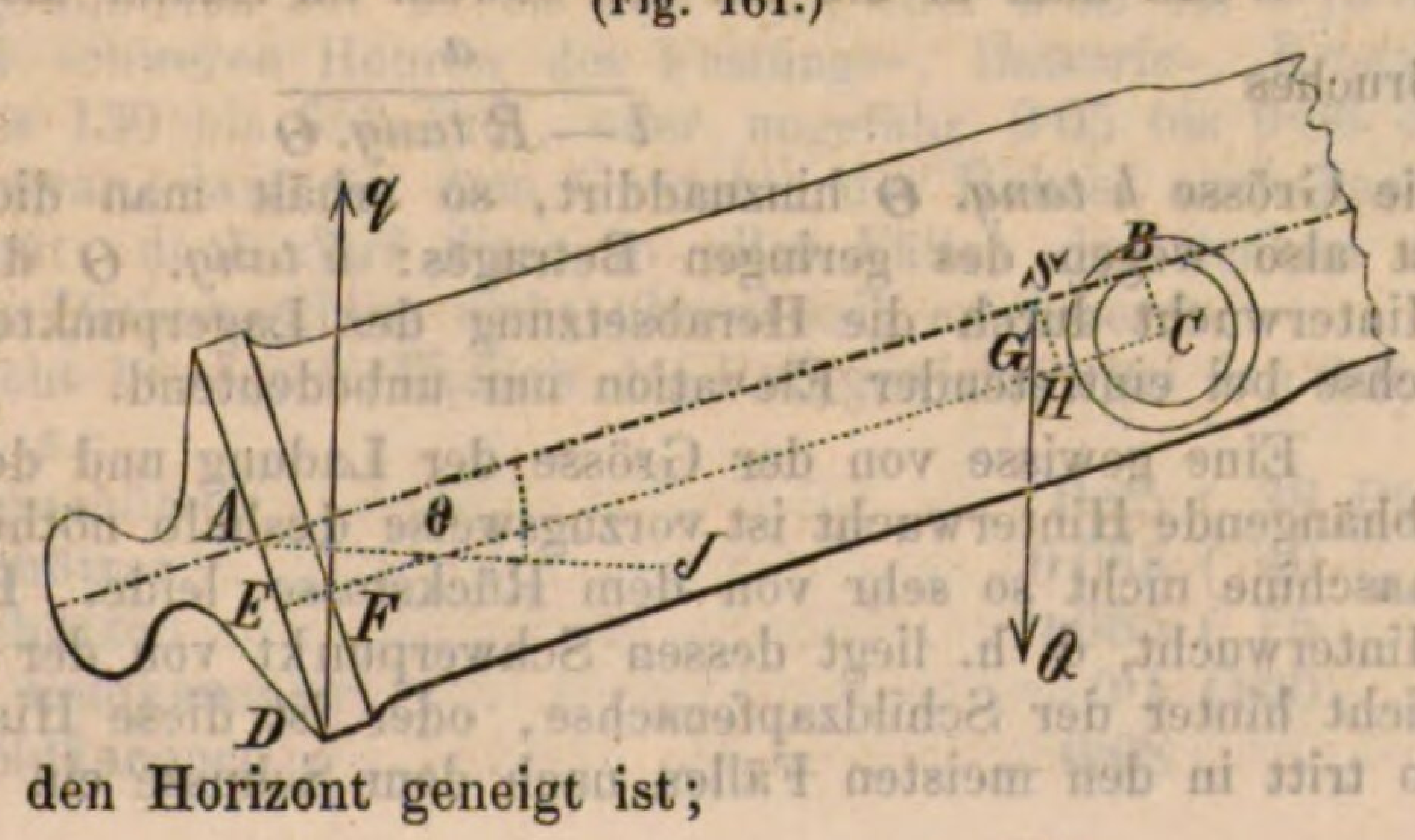
(Fig. 160.)



Ist p das bei B, Fig. 160, angebrachte Gewicht, $BH = c$ dessen Abstand von der durch die Schildzapfenachse gedachten und auf der Rohrachse senkrecht stehenden Ebene, $AH = l$ der Abstand des dritten Aufliegepunktes von derselben Ebene, nQ die Hinterwucht in Theilen des Rohrgewichtes Q; so ist nach dem Hebelgesetz: $cp = nlQ$, und daraus:

$$n = \frac{cp}{lQ} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \text{(I)}$$

(Fig. 161.)



Die Hinterwucht ändert sich in ihrer Grösse nicht nur mit der Lage der Schildzapfenachse, sondern auch mit dem Elevationswinkel des Rohres. Um diese gegenseitige Abhängigkeit zu beurtheilen sei in Fig. 161 $\theta = BAJ$, der Winkel, unter welchem die Rohrachse gegen den Horizont geneigt ist;

$l = AB$ die Vorsetzung der Schildzapfenachse vom Bodenstücke,
$a = BS$ ihre Vorsetzung vor dem Schwerpunkte,
$h = BC$ ihre Herabsetzung unter die Seellinie;
$b = AS$ der Abstand des Schwerpunktes von dem Ende des Bodenstückes oder von dem dritten Aufliegepunkte;
$R = AD$ der Abstand des dritten Aufliegepunktes von der Seellinie, oder der Halbmesser des hintern Visirreifes;
Q das im Schwerpunkte S vereinigt gedachte, vertikal nach abwärts wirkende Gewicht des Rohres ohne Schildzapfen; und
q die Hinterwucht oder der Druck, den das Rohr im Aufliegepunkte D auf die Richtmaschine ausübt.

Um das Gleichgewicht herzustellen, ist es nur nöthig, die dem Drucke q entsprechende Kraft entgegengesetzt, also vertikal nach aufwärts anzubringen. Nimmt man die aus dem Lagerpunkte C parallel zur Rohrachse geführte Linie CE als Momentenachse an, so findet dann, nach der in Figur 161 ersichtlichen Konstruktion, folgende Momentengleichung statt:

$$Q.\,CG = q.\,CF.$$

Es ist aber $CG = CH + HG = BS + HG =$
$= a + h\,tang.\,\Theta,$

und $CF = CE - EF = AB - EF =$
$= l - (R - h)\,tang.\,\Theta;$

daher:
$$q = Q.\,\frac{a + h\,tang.\,\Theta}{l - (R - h)\,tang.\,\Theta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(II)}$$

Man sieht aus dieser Gleichung, dass die Hinterwucht mit dem Abstande der Schildzapfenachse vom Schwerpunkte, dann mit der Elevation des Rohres, und demzufolge auch mit der Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse zunimmt.

Befindet sich der Lagerpunkt in der Rohrachse, so ist $h = o$

und
$$q = Q\,\frac{a}{l - R\,tang.\,\Theta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(III)}$$

Setzt man in der letzten Gleichung $\Theta = o$ und $q = n\,Q$,
so wird: $a = n\,l,$
und da $l = a + b$ ist, so hat man wieder, wie im §. 58 Gl. I,

$$a = \frac{n\,b}{1 - n}.$$

Wenn man in die Gl. III, sowohl im Zähler als Nenner des echten Bruches $\dfrac{a}{l - R\,tang.\,\Theta}$
die Grösse $h\,tang.\,\Theta$ hinzuaddirt, so erhält man die Gleichung II. Es ist also wegen des geringen Betrages: $h\,tang.\,\Theta$ die Vermehrung der Hinterwucht durch die Herabsetzung des Lagerpunktes unter die Rohrachse bei eintretender Elevation nur unbedeutend.

Eine gewisse von der Grösse der Ladung und dem Projektilgewichte abhängende Hinterwucht ist vorzugsweise deshalb nöthig, damit die Richtmaschine nicht so sehr von dem Rückstosse leide. Hat das Rohr keine Hinterwucht, d. h. liegt dessen Schwerpunkt von der Mündung gerechnet nicht hinter der Schildzapfenachse, oder ist diese Hinterwucht zu gering, so tritt in den meisten Fällen nach dem Schusse ein Bücken des Rohres

ein, welches, wenn gleich nicht auf die Schussrichtigkeit, doch durch das Zurückfallen des Rohres sehr nachtheilig auf das Gestelle einwirkt. Die Hinterwucht ist daher so gross anzunehmen, um ein Erheben des Rohres und dadurch bedingtes Zurückfallen desselben nach dem Schusse auf den Kopf der Richtspindel oder die schiefe Ebene des Richtkeiles der Richtmaschine zu verhüten, und dieselbe sonach vor frühzeitiger Beschädigung zu bewahren. Diese Hinterwucht darf aber anderseits nicht zu gross angenommen werden, indem sonst das Richten, als auch das Auf- und Abprotzen zu beschwerlich würde. (Wir kommen hierauf bei der Besprechung des Gestelles nochmals eingehender zurück.)

Die Hinterwucht bei Haubitzen ist wegen ihres eigenen meist geringeren Gewichtes und wegen der bei selben in Anwendung stehenden schwereren Geschosse, stets etwas grösser anzunehmen als bei Kanonen.

Bei der Bestimmung der Hinterwucht gezogener Rohre sind dieselben Grundsätze massgebend wie bei jener glatter Rohre.

Mit Bezug auf die Hinterwucht der Hinterladungsrohre ist zu bemerken, dass, nachdem dieselben der Verschlussvorrichtung wegen die Länge des Rohres, nach rückwärts zu, beträchtlich vergrössern, sowohl auf die Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse, als auch auf die Entfernung der ersteren von der Mündungsfläche des Rohres zur Erzielung der entsprechenden Hinterwucht die nöthige Rücksicht zu nehmen ist. Bei Schiesswoll-Rohren ist der Umstand nicht unbeachtet zu lassen, dass die brisantere Wirkung des Triebmittels eine grössere Metallstärke nächst dem Verbrennungsraume desselben fordert.

Dass mit dem Wachsen und Abnehmen des Elevations-Winkels bei einer feststehenden Lage der Schildzapfenachse auch der Druck auf die Richtmaschine — die Hinterwucht — zu- und abnimmt, ist, wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, eben so bestimmt, wie auch dass der Unterschied bei verschiedenen Stellungen der Rohrachse nur unbedeutend ist. Dies bestätiget auch ein mit einem Feld-6-Pfdr. zu Wien durchgeführter Versuch. Aus demselben war nämlich zu ersehen, dass die Stellung der Rohrachse in Hinsicht des grösseren oder kleineren Druckes auf die Richtmaschine nur von geringem Einflusse ist.

Sind die Kanonenrohre auf ganz gleiche Weise in Hinsicht ihrer Kugeldurchmesser proportionirt, so kann man annehmen, dass sich die Hinterwuchten, wie die Rohrgewichte verhalten.

Die Hinterwucht beträgt bei Rohren kleineren Kalibers, also bei Feldgeschütz-Rohren, gewöhnlich nur 40 bis 100 Pfd., oder 0·08 bis 0·10 des Rohrgewichtes, bei schweren Rohren des Festungs-, Batterie-, Küsten- und Schiffgeschützes 130 bis 350 Pfd., oder ungefähr 0·05 bis 0·06 des Rohrgewichtes, so zwar, dass mit dem Gewichte des Rohres auch dessen Hinterwucht zunimmt, doch darf diese in allen Fällen das Senken des Rohres mittelst der Richtmaschine nicht übermässig erschweren.

Die Hinterwucht beträgt in Theilen des Rohrgewichtes bei den österr. Geschützrohren, u. z.:

Bei 3pfd. Gebirgsgeschützen	0·25	(38 Pfd.)
„ 4 „ Feldgeschützen	0·085	(40 „)
„ 8 „ Feldgeschützen	0·085	(75 „)
„ 12 „ leichten Feldkanonen	0·1	(100 „)
„ den übrigen Feldkanonen	0·08	

Bei 7pfd. kurz. Feldhaubitzen		0·18	(85 Pfd.)
„ 7 „ lang. mittl. Feldhaubitzen		0·1	(100 „)
„ 7 „ „ schweren „		0·08	(85 „)
„ 6 „ Hinterladungsbatteriegeschützen		0·11	(127 „)
„ 12 „ „		0·083	(220 „)
„ 24 „ „		0·045	(226 „)
„ den glatten Batteriekanonen		0·05	
„ 10pfd. bronz. Batteriehaubitzen		0·18	(130 „)
„ 30 „ eis. Granatkanonen		0·05	(350 „)
„ den übrigen Batteriehaubitzen		0·05—0·1.	

Im Uebrigen verweisen wir auf das bei der Besprechung der Schildzapfen, §§. 59—64, Gesagte.

§. 179. Mit Bezug auf den Schwerpunkt des Rohres bemerken wir: Die Lage des Schwerpunktes, d. i. die Vertheilung des Gewichtes am Rohre, hat beim Geschütze auf die Lage des Rohres im Gestelle und auf das mitunter nothwendige Hervorragen des Kopfes über das vordere Ende des Gestelles Einfluss. Je weiter der Schwerpunkt des Rohres hinter die Längenmitte desselben fällt, desto weiter lassen sich beim Geschütze die Schildzapfen von der Mündung zurücksetzen, und desto weiter ragt das Rohr über die Laffetenstirne hervor.

Da die Metall- oder Eisenstärke eines jeden Rohres von rückwärts nach vorne abnimmt, so wird schon hiedurch der Schwerpunkt angemessen hinter die Längenmitte des Rohres versetzt.

Bei Kanonen und Haubitzen werden die Henkel wie bekannt ober dem Schwerpunkte, bei Mörsern vor demselben angebracht.

Die Bestimmung der Lage des Schwerpunktes bei irgend einem Rohre kann nach den Regeln der Mechanik entweder auf praktischem Wege oder mittelst Berechnung, wie nachstehend gezeigt, hinreichend genau geschehen. Bei Geschützkonstruktionen ist die Kenntniss des Rohr-Schwerpunktes besonders wichtig, weil nicht nur die Lage der Schildzapfen und Henkel, sondern auch die Länge der Laffetenwände u. s. w. davon abhängig sind.

Zur Ermittellung desselben zertheile man das Rohr in mehrere Theile und bestimme die Lage des Schwerpunktes eines jeden Theiles insbesondere. Alle diese Schwerpunkte werden in der Seellinie liegen, weil das Rohr einen Körper bildet, der durch die Umdrehung einer ebenen Fläche um die Seellinie als Achse entsteht. (In der Voraussetzung, dass man das Zündloch vernachlässigt.) Folglich wird auch der Schwerpunkt des Rohres, ohne Berücksichtigung der Schildzapfen, Angussscheiben, Henkel u. s. w. in dieser Seellinie liegen müssen. Nun wähle man einen schicklichen Punkt in ihr, von welchem aus die Momente gezählt werden, z. B. den Endpunkt der Traube F, Fig. 160, §. 168, so wird der Abstand des Schwerpunktes S von diesem Punkte, d. i. FS erhalten, wenn man die Summe aller Momente durch den Kubikinhalt K des Rohres dividirt.

Die Hauptheile des Rohres sind entweder Cylinder oder abgestutzte Kegel, man kann sie als massiv betrachten und die Lage des Schwerpunktes, folglich die Momente bestimmen, dann kann man das Moment der Bohrung, welche ein Cylinder mit einer angeschlossenen Halbkugel oder einem Kugelsegmente ist, suchen; dieses Moment muss im Zähler

eben so, wie der Kubikinhalt der Bohrung im Nenner negativ genommen werden.

Bei den Momenten der Verstäbungen wird man für die Ausübung mit hinlänglicher Genauigkeit verfahren, wenn man die letzteren durch ein vernünftiges Abschätzen in leicht zu berechnende Körper verwandelt; d. h. wenn man z. B. bei der Traube einen Cylinder so verzeichnet, dass die hinwegfallenden Stücke durch die hinzugegebenen so ziemlich ersetzt werden und dann die Abmessungen mit dem Zirkel untersucht. Bei der Bestimmung der Kubikinhalte der Verstäbungen kann man sich mit Vortheil der Guldin'schen Regel bedienen. Wenn man nach dieser Anleitung die Momente und Kubikinhalte eines österr. glatt. 6- oder 12pfd. Feldkanonenrohres bestimmt, so findet man die Summe der Momente vom Endpunkte der Traube gerechnet $= 455{\cdot}935138$ und den Kubikinhalt des ganzen Rohres $= 56{\cdot}64875$; wobei die Einheit des Längenmasses der Durchmesser der Kugel ist. Daraus folgt der Abstand des Schwerpunktes in der Seellinie vom Endpunkte der Traube, nämlich

$$FS = \frac{455{\cdot}935138}{56{\cdot}64875} = 8{\cdot}0483 = 8\,\frac{3}{64}\,\text{Kaliber.}$$

Will man den Abstand $AS = b$ des Schwerpunktes von dem dritten Aufliegepunkte E kennen, so ergibt sich derselbe aus $AS = b = FS - AF$. Zur Ermittelung des Abstandes der Schildzapfenmitte vom Schwerpunkte S müssen bei der Bestimmung des letzteren überdies auch die Henkel sowie die Theile der Verschlussvorrichtung (wo selbe vorkommen) berücksichtiget werden.

Endlich handelt es sich in vielen Fällen (z. B. zur Bestimmung der Henkelmitte) um die Kenntniss des Gesammtschwerpunktes des Rohres sammt Schildzapfen und Angussscheiben.

Bezeichnen wir diesen Punkt mit X, Fig. 160, §. 168, so ist SX der gesuchte Abstand von dem im vorigen bestimmten Schwerpunkte S des Rohres ohne Schildzapfen und Angussscheiben.

Denkt man sich nun unterhalb H in G die Schildzapfen mit den Angussscheiben angebracht, deren Volum zusammen k sein soll; so muss das Rohr an den Henkeln frei aufgehängt, in horizontaler Lage schweben bleiben oder was dasselbe ist, die beiden Kräfte K in S und k in H müssen bei der Unterstützung des im Henkelmittel befindlichen Punktes X im Gleichgewichte sein und man hat sonach zur Bestimmung dieses Punktes die Momentengleichung $SX.\ K = XH.k$

oder $SX.K = (SH - SX)\,k$,

also $SX = SH.\dfrac{k}{K+k}$ oder wenn man statt $HS = a$ den in §. 58, Gl. I, gefundenen Werth $a = \dfrac{nb}{1-n}$ substituirt,

$$\text{auch } SX = \frac{nb}{1-n}\cdot\frac{k}{K+k}\ \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(I)}$$

$$\text{und sofort } AX = AS + SX = b + \frac{nbk}{(1-n)\ (K+k)}\ \ldots\ldots \text{(II)}$$

als Abstand der Henkelmitte oder des Gesammtschwerpunktes vom hinteren Visirreife.

Für die gewöhnlichen Fälle in der Praxis dürfte es genügen, den Schwerpunkt und das Rohrgewicht, wie im Vorhergehenden angegeben, nur annäherungsweise richtig zu bestimmen, umsomehr, weil die Dichte des Metalles an den verschiedenen Theilen des Rohrkörpers selbst verschieden ist, und diese Verschiedenheit selten berücksichtigt werden kann. Ueberdies treten auch die unausweichlichen Toleranzen in den Abmessungen des Rohres einer genauen Bestimmung entgegen.

Die Lage des Schwerpunktes bei fertigen Geschütz-Rohren wird hinlänglich genau dadurch bestimmt, dass man das betreffende Rohr in die Laffete legt und an die Mündung desselben so lange Gewichte anhängt, bis die Bohrungsachse in die horizontale Lage gelangt. Ist dieses der Fall, und bezeichnet man mit q das so bestimmte Gewicht, mit f den Abstand desselben von der Schildzapfenachse, mit Q das Rohrgewicht und mit x den Abstand des letzteren von den Schildzapfen;

so ist $f\,q = x\,Q$ und $x = \frac{f\,q}{Q}$. (III)

§. 180. Was die Lage und Stellung der Schildzapfen in Bezug der Schonung des Gestelles insbesondere betrifft, so ist noch zu bemerken, dass die senkrechte Stellung der Schildzapfen- auf die Rohrachse dieserwegen unbedingt gefordert werden muss; dabei entspricht mit Rücksicht auf die Zulässigkeit durch andere Anforderungen (siehe Nebentheile des Rohres) die möglich kleinste Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse der Schonung des Gestelles, besonders der Richtmaschine am meisten.

Der Durchmesser der Schildzapfen ist nicht nur durch die Anforderungen des Rohres im Allgemeinen, sondern auch dadurch bedingt, dass die Einwirkung des Rohres beim Schusse auf die Schildpfannen des Gestelles, auf eine genügend grosse Fläche vertheilt ist, wenn man auf die Schonung des letzteren Bedacht nimmt. Die Angussweite und die Länge der Schildzapfen muss überdies in Uebereinstimmung mit der Entfernung und Stärke der Gestellwände an diesem Orte stehen. (Siehe weiters Nebentheile des Rohres.)

§. 181. Was die Einrichtungen am Bodenstücke oder der Traube des Rohres betrifft, welche die Einwirkung der Richtmaschine auf das letztere vermitteln, so müssen sie selbstverständlich so getroffen sein, dass sie ihren Zweck vollständig und auf die einfachste Weise erfüllen.

Beim Feld- und Batteriegeschütz findet sich entweder keine Einrichtung am Rohre vor und es liegen dieselben entweder mit dem hintern Visirreife oder mit dem Bodenstück ohne Verbindung auf dem Kopfe, der Scheibe, der Richtspindel (Richtschraube) oder der schiefen Ebene des Richtkeiles der Richtmaschine auf; beim Schiffsgeschütz jedoch ist vielfach die Traube des Rohres durchlocht oder eine sonstige Verbindung mit dem Kopfe der Richtspindel angebracht.

§. 182. Dass es schliesslich zur Schonung des Gestelles von Wesenheit ist, die Schwerpunktslage des Rohres gegen die Laffetenachse zu berücksichtigen, liegt auf der Hand, allein im Allgemeinen sucht man das Entsprechen in dieser Beziehung durch die Konstruktion des Gestelles zu erreichen, daher auch dort näher hierauf eingegangen wird; ein Gleiches gilt von der Stärke des Rohres am Bodenstück.

Im Allgemeinen sind die Beziehungen von Rohr und Gestell so innig, dass bei der Konstruktion aller Theile derselben die gegenseitig geforderten Eigenschaften sorgfältigst abgewogen werden müssen, bevor zu ihrer Feststellung geschritten werden kann.

Ein Geschütz, bei welchem die Konstruktion des Rohres und des Gestelles, den Anforderungen beider Theile nach sorgfältiger Abwägung aller Umstände nicht die möglichste Rechnung trägt, wird den Zwecken, für welche es bestimmt ist, auch nie vollkommen entsprechen können.

δ. Betrachtung des Rohres mit Bezug auf die zweckmässige Einrichtung desselben für die Bedienung und den Gebrauch des Geschützes.

§. 183. Hier ist vor allen das Laden und Ausladen, das Richten, Abfeuern, Einführen nach dem Schuss, das Auf- und Abprotzen, das Vor- und Zurücklegen aus den vorderen in die hinteren Schildpfannen, das Aus- und Einheben des Rohres u. s. f. zu beachten.

Was das Laden und Ausladen betrifft, so ist die Gestalt der Bohrung, der Spielraum und die konischen Abkantungen oder Zuläufe an der Mündung wesentlich zu beachten, — weiters ist die Erhöhung der Mündung über den Boden (mit Ausnahme der Mörser wohl grösstentheils vom Gestelle abhängig) zu berücksichtigen. Beim gezogenen Rohr überdies das Profil der Züge mit Rücksicht auf die Geschosseinrichtung mit Warzen, Leisten oder Mantel, bei Hinterladungsrohren die Möglichkeit einer leichten und schnellen Handhabung des Verschlussapparates. Was das Ausladen betrifft, so ist überdies die Grösse des Dralls und die leichte Erhebung des Rohres am Bodenstück zu berücksichtigen.

Mit Bezug auf das Richten sind vorzugsweise die am Rohre angebrachten Visirvorrichtungen — die Auflageplatten für Aufsätze und Quadranten — die Stellung der Schildzapfen- gegen die Rohrachse — die zu erreichenden Erhöhungs- und Senkungswinkel des Rohres (auch zum grossen Theile vom Gestelle abhängig) — die Einrichtungen am Rohre, um mit der Richtmaschine die gewünschten Erhöhungen und Senkungen zu geben, zu beachten. Was das Abfeuern betrifft, so bleibt vorzüglich die Lage und der Durchmesser des Zündloches — die Neigung der Zündloch- gegen die Rohrachse — und die etwa vorkommenden Einrichtungen am Rohre zur Abfeuerung (Perkussionsabfeuerung) zu berücksichtigen. Mit Bezug auf das Einführen des Geschützes respekt. die Zurückspielung desselben beim Schusse ist vorangehend das Gewicht des Rohres zu beachten.

Beim Auf- und Abprotzen ist die Hinterwucht des Rohres, d. i. die Lage der Schildzapfenachse gegen den Schwerpunkt des Rohres, — überdies das Gewicht des Rohres zu erwägen.

Das Vor- und Zurücklegen des Rohres aus den vorderen in die hinteren Schildpfannen, welches zumeist bei Batterie- und Küstengeschützen vorkommt, steht in Beziehung zum Gewichte des Rohres. Auf das Ein- und Ausheben der Rohre aus dem Gestelle ist das Gewicht, — und die Stellung und Stärke der Henkel von wesentlichem Einflusse, daher dieser Umstand ebenfalls zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen soll durch die Konstruktion und sonstige Einrichtung des Rohres die Bedienung und der Gebrauch des Geschützes möglichst erleichtert werden.

5. Erzeugung des Rohres.

Allgemeine Bemerkungen über den Geschützguss und die sonstige Erzeugung der Rohre.

§. 184. Bei Gelegenheit der Besprechung der Materien, welche gegenwärtig bei den verschiedenen Artillerien zur Erzeugung der Geschützrohre in Anwendung kommen, wurde gesagt, dass vorzüglich das Gusseisen, Schmiedeisen, der Gussstahl und die Geschützbronze zu denselben zu zählen sind.

Nach Anwendung der Materie ist auch die Erzeugung des Rohres wesentlich verschieden, und man kann in dieser Beziehung im Allgemeinen zwei Erzeugungs-Methoden von einander sondern, u. z.: die Erzeugung des rohen Geschützrohres durch den Guss, und jene unter dem Hammer oder durch eine andere technische Manipulation.

In Oesterreich hat man bis nun zu von der Erzeugung schmiedeiserner Geschützrohre keine Anwendung gemacht, wiewohl man die grosse Zähigkeit und absolute Festigkeit derselben als wesentliche Vorzüge nicht verkannte. Allein das vorzügliche Mariazeller Gusseisen, so wie die in neuerer Zeit gemachten hervorragenden Verbesserungen in der Behandlung desselben für den Geschützguss, welche ihm unter anderen einen hohen Grad von Zähigkeit und eine absolute Festigkeit bis zu 340, ja selbst zu 360 Ctr. zuwenden, haben das Bedürfniss nach schmiedeisernen Kanonen nicht in dem Masse fühlen lassen, um über die Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Erzeugung solcher Rohre, wie sie gegenwärtig in England in Anwendung ist, hinwegzusehen.

Aus gleichen Gründen, besonders jedoch wegen der Kostspieligkeit, wurde auch bis nun zu von der Erzeugung gussstählerner Geschützrohre abgesehen, obwohl es im Jahre 1860 im k. k. Arsenale zu Wien gelungen ist einen Gussstahl darzustellen, der seiner leichten Bearbeitung, grossen Zähigkeit und absoluten Festigkeit (1000 bis 1400 Ctr.) wegen zur Erzeugung von Geschützrohren vollkommen geeignet wäre. Die in neuester Zeit auch in Oesterreich zu Tage getretene Nothwendigkeit, sich zur Erzeugung der grössten Rohre des Küsten- und Schiffsgeschützes einer anderen Geschützmaterie (Gussstahl, Homogen-Eisen etc.) zu bedienen, hat ihre Anerkennung noch zu gewärtigen.

(Siehe §. 166. Experimentirung eines 40pf. gezog. Küstengeschützes.)

Nach dem Gesagten werden bis nun zu in Oesterreich blos bronzene und gusseiserne Rohre erzeugt; daher hier auch nur die erste der oben angegebenen Methoden der Erzeugung Anwendung findet.

Gehen wir nun näher auf die oben erwähnten zwei Methoden der Erzeugung ein, indem wir das Gussverfahren, als uns näher liegend, vorangehen lassen.

α. Erzeugung des Rohres durch den Guss.

Massiver Guss eiserner und bronzener Geschützrohre.

§. 185. Das Gussverfahren bei der Erzeugung von Geschützrohren ist in Oesterreich in letzterer Zeit (theilweise durch die Bemühungen des k. k. Artill. Obstl. F. Ritt. v. Uchatius) auf eine hervorragende Stufe

gebracht, wobei die grossartigen Versuche der nordamerikanischen und englischen Artillerie zur Vervollkommnung desselben eine gebührende Würdigung fanden.

Was das dabei zur Anwendung kommende Gusseisen betrifft, so bemerken wir einleitend, dass schon im Jahre 1839 nach sorgfältig ausgeführten Versuchen festgestellt wurde, das Eisen, welches im Hochofen bei kalter Gebläseluft dargestellt und für den Geschützguss im Flammenofen umgeschmolzen wird, — Kaltwindeisen vom 2. Guss — die widerstandsfähigsten Rohre liefert. Dieser Erfahrung zufolge werden in Oesterreich die gusseisernen Geschützrohre durchgehens aus Kaltwindeisen vom 2. Gusse erzeugt, indem das von Mariazell eingelieferte Kaltwindeisen vom 1. Gusse in den Flammenöfen des Gusshauses im k. k. Arsenale zu Wien für den Geschützguss umgeschmolzen wird.

Da die Widerstandsfähigkeit des Geschützmetalles gegen die ausdehnende Kraft der entbundenen Pulvergase die Grundbedingung für ein brauchbares Geschützrohr ist, so wird es unumgänglich nothwendig, sich vorerst von der Festigkeit des fraglichen Metalles zu überzeugen. Die einfachste und sicherste Prüfung bestände darin, aus demselben ein Geschützrohr zu erzeugen und aus diesem mit normaler Ladung in entsprechenden Zeitintervallen zu schiessen, indem man beobachtet, wann und wie es unbrauchbar wird. Im Allgemeinen rechnet man die mittlere Dauer eines aus gutem Materiale zweckmässig konstruirten, glattgebohrten Geschützrohres bei normaler Ladung und nicht brisantem Pulver zu 3000 bis 4000, eines gezogenen Rohres zu 1200 bis 2000 Schüsse.

Allein derlei Versuche sind zu kostspielig und zeitraubend und werden daher höchst selten ausgeführt; doch bieten auch Sprengversuche gute Anhaltspunkte über die Festigkeit der Geschützrohre, aber auch sie sind zu kostspielig und demnach selten in Anwendung.

Die in der k. k. österreichischen Artillerie eingeführten Festigkeitsproben sowohl für neues Materiale als auch für die zeitweise Prüfung der schon fertigen Rohre bestehen in Zerreiss- und Zerbrechversuchen. Hiezu dienen eigens konstruirte Zerreiss- und Zerbrechmaschinen, deren wesentlicher Vorzug vor anderen derlei Maschinen, die durch allmäliges Gewichtzulegen wirken, in der Konstruktion liegt, vermöge welcher die Wirkung auf den zu prüfenden Körper gleichmässig ohne Erschütterung, kontinuirlich steigend, vor sich geht.

Aus vielfach angestellten Zerreiss-, Zerbrech- und Sprengversuchen hat sich übereinstimmend herausgestellt, dass diejenigen Geschützrohre, deren Metall auf der Maschine eine geringere Festigkeit zeigte, auch gegen das Zersprengen einen geringeren Widerstand leisteten. Zerreissversuche bieten überhaupt die Möglichkeit dar, jedes eiserne Geschützrohr, ohne es zu zerstören, auf seine Widerstandsfähigkeit zu prüfen, was durch Schussproben und die übliche Tormentirprobe durchaus unmöglich ist. Letztere ist jedenfalls zu schwach, um irgend eine wahrnehmbare Degradation eines gut konstruirten Rohres hervorzubringen, und liesse, stärker angewendet, befürchten, dass die Gesammtausdauer des Rohres hiedurch von vorne herein vermindert werden würde, weil ein einziger Schuss mit übergrosser Ladung dem Rohre mehr Schaden zufügen möchte, als Hunderte von Schüssen mit der Normalladung.

Eben so geben die Kontrolproben, welche zeitraubend und kost-

spielig sind und darin bestehen, dass bei möglichst gleichgehaltener Geschützerzeugung jedes 10. oder 20. Geschützrohr einer Sprengprobe unterzogen wird, keine genügende Bürgschaft für die Qualität eines jeden einzelnen Rohres.

Die Zerreissversuche, welche ohne grosse Kosten und in kurzer Zeit über die Qualität eines jeden einzelnen eisernen Rohres Aufschluss geben, werden auf der Zerreissmaschine mit Stäbchen, welche aus dem Geschützeisen selbst entnommen sind, derart ausgeführt, dass man dieselben mit allmälig zunehmender Kraft einem Zuge nach der Richtung ihrer Längenachse aussetzt, bis das Zerreissen in dem mittleren prismatischen Theile derselben eintritt. Damit aber die dadurch gefundene absolute Festigkeit mit der wirklichen Ausdauer des Rohres im Einklange stehe, werden die Stäbchen aus dem Geschützrohre selbst oder aus dem Angusse zunächst des Rohrkopfes an stets gleichen Orten und nach derselben Richtung gegen die Rohrachse entnommen, und in die vorgeschriebene Form gebracht, ohne jedoch dieselben heftigen Erschütterungen durch Meisseln oder Schlagen auszusetzen. Wo es sich blos um einen Vergleich der Festigkeiten handelt, können auch in Ermanglung einer Zerreissmaschine, Brechversuche zur Vorausbeurtheilung der Eisenqualität benützt werden; doch wenn schon Zerreissversuche gemacht worden sind, so fügen die Brechversuche nichts Wesentliches mehr zu ersteren hinzu und werden aus dieser Ursache in der k. k. Geschützgiesserei nicht weiter mehr ausgeführt.

Was die Geschützbronze betrifft, so sei hier vorangehend erwähnt, dass trotz der im Jahre 1860 gemachten Erfahrung, dass die Geschützbronze durch einen geringen Zusatz von Eisen bis auf die absolute Festigkeit von nahe 400 Ctr. gebracht werden kann, bei den im Laufe der letzten Jahre durchgeführten Versuchen mit bronzenen Rohren und der dabei gewonnenen Ueberzeugung, dass dieses Rohrmaterial selbst für gezogene Rohre, unter Anwendung von Pulver oder Schiesswolle, ein hinreichend widerstandsfähiges Metall sei, wurde bei der bestehenden Legirung von 1 Theil Zinn auf 10 Theile Kupfer verblieben.

Weil bronzene Geschützrohre jedoch meistens durch das Umschmelzen des Bruchmetalles alter Rohre erzeugt werden und man nur selten neue Bronze durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zinn verwendet, so ist es nothwendig, die Zusammensetzung dieses Bruchmetalls zu kennen, theils um sich zu überzeugen, ob nicht andere für die Geschützbronze schädliche Beimengungen, als: Blei, Zink, Antimonium u. s. w. darin enthalten seien, theils um das quantitative Verhältniss des Kupfers und Zinnes zu ermitteln, um daraus den etwa nothwendigen Zusatz an reinem Kupfer oder Zinn zu bestimmen. Zu diesem Zwecke ist nachstehender Vorgang zu beobachten:

1. Jedes alte Geschützrohr oder Bronzestück, welches zum Umschmelzen bestimmt ist, wird auf seine Bestandtheile untersucht.

2. Vor jedem Gusse werden, nach Bestimmung des zum Umschmelzen nöthigen Metalleinsatzes, von den Metallstücken verhältnissmässige Stückchen, welche zusammen 4 Pfunde betragen, weggenommen und in einem Tiegel geschmolzen. Von der geschmolzenen Masse wird eine Probeschiene gegossen, diese geprüft, analysirt und daraus bestimmt, ob zu der fürgewählten Metallmasse noch ein Zusatz von Kupfer oder Zinn nothwendig sei.

3. Während des Gusses wird eine Probe von der geschmolzenen Metallmasse geschöpft, abermals eine Schiene gegossen und analysirt. Diese Analyse dient als Kontrole, ob die Legirung noch das vorgeschriebene quantitative Verhältniss der beiden Bestandtheile zeige.

Die unter Punkt 2 erwähnte Prüfung der Pobeschiene geschieht, indem dieselbe über einem Ambosse mit dem Hammer gebogen und abgebrochen, der Bruch mit dem einer Normalprobeschiene (aus 100 Kupfer und 10 Zinn) verglichen wird etc. etc.

Eisen- und Stahlanalysen werden nur bei neuen Sorten oder bei besonderen Veranlassungen auf höhere Anordnung gemacht. Das von Mariazell eingelieferte Roheisen wird nur nach der Bruchfläche beurtheilt, oder auf der Zerreissmaschine geprüft.

Die chemische Analyse einer Legirung aus Kupfer und Zinn, welche nebstbei als Verunreinigung Sauerstoff, Zink, Blei, Eisen, seltener Antimon und Arsen enthalten kann, wird nach Angabe der Lehrbücher über Chemie ausgeführt. Hier mag nur bemerkt werden, dass bei einer Legirung, die mehr als zwei bis drei verunreinigende Körper enthält, die Analyse nicht nur sehr schwierig wird, sondern auch die Zuverlässlichkeit der Bestimmungen der einzelnen Körper sich sehr vermindert. In einem solchen Falle müssen nach vorangegangener qualitativer Untersuchung, welche das Vorhandensein solcher Körper zeigt, mehrere Specialanalysen mit besonderer Rücksichtsnahme auf Einen der vorhandenen und zu bestimmenden Körper gemacht werden.

Es ist klar, dass bei so verschiedenen Mischungsverhältnissen von Kupfer und Zinn, wie sie an einem und demselben Rohre vorkommen, die einzelne Analyse nicht einmal für denjenigen Theil, dem sie entnommen wurde, viel weniger für das Ganze ein allgemeines, vollkommen sicheres Resultat bringen könne. Man wird nämlich aus einem an Zinnflecken reichen Stücke sehr leicht Proben herausnehmen können, die nur 5 proc. Zinn, aber umgekehrt auch solche, die bis 15 Proc. zeigen werden, wenn auch das oben festgesetzte Verhältniss von 10 Proc. Zinn für die Legirung im Ganzen vorhanden sein sollte; auch selbst dann, wenn man eine Probe herausnehmen wollte, welche dem Aussehen nach eine mittlere Zusammensetzung zeigt, so würde das Verfahren noch immer nur annähernd richtige Resultate geben. Dessen ungeachtet bleibt die chemische Analyse nothwendig, um über die Beimischung eines fremden Metalls in die Kenntniss gesetzt zu werden und das Legirungs-Verhältniss annähernd zu bestimmen. Hierauf ausgeführte sorgfältige Specialanalysen geben selbstverständlich genauere Resultate.

Ist blos eine reine Legirung von Kupfer und Zinn auf die Quantität dieser beiden Bestandtheile zu analysiren, so kann man hiebei auf die folgende Weise vorgehen.

Man löst eine früher in feine Dreh- oder Feilspänne zertheilte und genau gewogene Menge dieser Legirung, z. B. 1 Gramme, in reiner, etwas verdünnter Salpetersäure auf, filtrirt die Auflösung und bringt das in unlösliches Zinnoxyd verwandelte Zinn sorgfältig auf das Filter, wäscht es mit heissem Wasser aus, trocknet das Filter sammt dem darauf befindlichen Zinnoxyd, glüht es sodann in einem Porzellantiegel mit der gehörigen Vorsicht, wiegt die Masse und multiplicirt deren Gewicht mit 0·785 als der Reduktionszahl für Zinnoxyd. Ist dabei mit der nöthigen Genauigkeit vorgegangen worden, so ist es nicht nothwendig auch das Kupfer in eine zur Bestimmung geeig-

nete Form überzuführen, da sich dasselbe aus der Differenz ergibt. Im chemischen Laboratorium der k. k. Geschützgiesserei werden immer drei Analysen zugleich gemacht, deren Uebereinstimmung als Kontrole für den richtigen Vorgang dabei dient.

Da der Kohlenstoffgehalt des Eisens von besonderer Wichtigkeit ist, so soll hier die Methode, wie derselbe bestimmt wird, angegeben werden.

Von dem zu untersuchenden Eisen, welches früher in Form von feinen Drehspänen oder kleinen Körnern gebracht wurde, wird eine genau gewogene Menge, z. B. 1 Gramme, in eine Röhre von sehr schwer schmelzbarem Glase gegeben, sodann ein Strom trockenes, durch vorhergehende Berührung mit glühenden Holzkohlen von jedem schädlichen Gehalt an Sauerstoff befreites Chlorgas darüber geleitet und die Röhre in der Gegend des Eisens nach und nach mittelst Kohlenfeuer erhitzt. Das Eisen bildet mit dem trockenen Chlorgase ein flüchtiges Chlorid, welches leicht an eine entfernte Stelle der Röhre getrieben werden kann; die Kohle bleibt, wenn die Röhre nicht übermässig erhitzt wurde, an der früher vom Eisen eingenommenen Stelle liegen. Die Röhre wird nun vor und hinter dieser Stelle vorsichtig abgesprengt, die Kohle sorgfältig in ein Probirröhrchen gegeben und durch Glühen mit etwas kohlensaurem Ammoniak in reinem trockenen Wasserstoffgase die derselben anhaftenden, flüchtigen fremden Bestandtheile ausgetrieben. Hierauf wird die Kohle gewogen und in demselben Röhrchen durch Glühen in reinem Sauerstoffgase verbrannt und verflüchtiget. Die auf diese Weise mitoxydirten und zurückbleibenden fremden, festen Bestandtheile werden durch ein zweites Glühen im Wasserstoffgase wieder reducirt, dann gewogen und aus der Differenz der gefundenen Gewichte der Gehalt an Kohle direkt bestimmt.

§. 186. Das Umschmelzen des zum Gusse bestimmten Metalls erfolgt in Flammenöfen. Die Einrichtung dieser Oefen ist meist jener ähnlich, wie sie im folgenden Abschnitte „Erzeugung der Rohre in Oesterreich" beschrieben ist.

Der Betrieb der Oefen ist von deren Einrichtung und dem üblichen Gussverfahren abhängig.

Bei der Benützung der Flammenöfen werden meist mehrere Geschützrohre zugleich gegossen, indem in den Ofen niemals bedeutend weniger Metallmasse zum Schmelzen eingesetzt wird, als der Ofen zu fassen im Stande ist. (Gewöhnlich 120—140 Ctr.)

Die nach dem Kubikinhalte der Formen der zu giessenden Geschützrohre berechnete Metallmasse muss aber um den Abbrand und das aus dem Ofen und dem Gerinne nicht mehr abfliessende Metall vermehrt werden. (Bei Bronze um 3—4, bei Gusseisen um 5—10 Procent.)

Die zum Gusse in Anwendung stehenden Formen sind meist Lehm- oder Massenformen. Ihre Erzeugung, das Einsetzen derselben in die Dammgrube (Gussgrube), das Giessen der Rohre, das Erkalten der letzteren, das Ausheben der Rohlinge aus der Dammgrube und die weitere Bearbeitung derselben bis zur Vollendung der Rohre ist in den verschiedenen Artillerien nicht unwesentlich verschieden, wie aus der folgenden Besprechung ersichtlich werden wird.

Im Allgemeinen jedoch zerfällt die Erzeugung der Rohre, in die Vorbereitung der Gussmaterie und jene des Ofens, und die Erzeugung der Formen; weiters in das Einsetzen der Formen in die Dammgrube, in das Giessen der Rohre, in das Ausheben der Rohlinge, in das Bohren und Abdrehen

und die damit in Verbindung stehenden Arbeiten, in das Verschrauben des Zündloches oder Einsetzen des Stollens, in das Ziehen der Bohrung, endlich in die vollständige Ausfertigung des Rohres. Bei Hinterladungsrohren schliesst sich an die letzteren Arbeiten auch noch das Bohren des Querloches etc. und die Erzeugung der Verschlussvorrichtung an.

Die Ausführung dieser Arbeiten ist theils in den folgenden Paragraphen erwähnt, theils dem Abschnitte „Erzeugung der Geschützrohre in Oesterreich“ zu entnehmen.

§. 187. Um die Schwierigkeiten, welche sich einer rationellen Verbesserung im Gussverfahren entgegenstellen, zu bezeichnen und gleichzeitig die grossartigen Bemühungen der einzelnen Artillerien nach dieser Richtung zu erwähnen, sollen die nachfolgenden Bemerkungen hier Raum finden.

Auszug aus österreichischen Versuchen über die Haltbarkeit eiserner Geschützrohre, welche in verschiedenen Gusswerken und nach verschiedenen Schmelzmethoden erzeugt wurden.

Die anerkannte Güte der Erze des Eisenwerkes zu Reschitza im Banate; die Vorzüglichkeit des daselbst vorhandenen Brennstoffes; die vortheilhafte Lage dieses Ortes für die Versorgung der im Süden der Monarchie gelegenen Festungen mit Geschützrohren; dann die Idee, auch in späterer Zeit bei allenfalls nöthigem grossen Bedarfe nicht von den bisher bestehenden Eisengeschütz-Giessereien allein abhängig zu sein, waren hohen Ortes bestimmend, auf den von der Direktion des damals ärarischen Gusswerkes Reschitza im Jahre 1850 gemachten Vorschlag einzugehen, und versuchsweise den Geschützguss auf diesem Werke vornehmen zu lassen.

Es wurde beschlossen, die daselbst gewonnenen Rohre einer genauen Prüfung auf ihre Haltbarkeit zu unterziehen, und im Falle günstiger Resultate der vorgenannten Vortheile theilhaftig zu werden; ferner wurde die Anordnung getroffen, diesem Haltbarkeitsversuche, des Vergleiches wegen, eiserne Rohre vom zweiten Gusse beizuziehen, welche in den Giessereien zu Wien und zu Lüttich erzeugt worden waren.

Bezüglich der in der letztgenannten Giesserei gefertigten Rohre hatte die daselbst seit langer Zeit befolgte rationelle Gussmethode, verbunden mit der bekannten Verlässlichkeit der aus dieser Giesserei gelieferten eisernen Geschützrohre zu der Ansicht Veranlassung gegeben, dass selbe gegen das Zerspringen widerstandsfähiger sein dürften, als Rohre aus Mariazeller Eisen. Da über die Richtigkeit dieser Ansicht die Meinungen getheilt waren, so wollte man sich durch einen Vergleichsversuch hierüber die nöthige Aufklärung verschaffen. Gleichzeitig wurde noch angestrebt, zu ermitteln, ob das Anbringen von Henkeln auf die Haltbarkeit eiserner Rohre von Einfluss sei.

Durch die bezüglichen in den Jahren 1852—1854 auf der Simmeringer Heide nächst Wien ausgeführten Versuche mit 12pfd. Vertheidigungskanonen-Rohren der Konstruktion vom J. 1850, (siehe §. 167,) wurden zwei Zwecke zu erreichen gesucht, und zwar:

1. Die Haltbarkeit eiserner Geschützrohre, welche in verschiedenen Gusswerken und aus verschiedenartigem Eisen erzeugt waren, zu prüfen; und

2. den Einfluss, welchen die Schmelzmethode mit Holz- oder Kohlenfeuerung auf die Widerstandsfähigkeit der aus gleicher Eisengattung aus dem Flammenofen gegossenen Geschützrohre nimmt, zu ermitteln.

Es war bestimmt worden, diese beiden Fragen auf dem Wege der Gewaltprobe zu lösen.

Dieser Probe, in Verbindung mit jener auf die absolute Festigkeit und Elasticität, bedient man sich in den Giessereien von Frankreich und Belgien, um sich von der Brauchbarkeit einer Eisensorte für den Geschützguss die Ueberzeugung zu verschaffen. Hiefür wird ein Probegeschütz gegossen und dasselbe mit, nach einem gewissen Gesetze zunehmender Ladung und steigendem Gewichte der Vorlage bis zu dessen Zerspringen beschossen.

Diese Schiessprobe (épreuve à outrance) ist eine abgekürzte und wohlfeilere Prüfungsmethode, welche das Beschiessen des Rohres mit normaler Ladung bis zu dessen Zerspringen ersetzen soll.

Ein ähnlicher Vorgang wurde für die hierorts vorzunehmende Gewaltprobe*) vorgezeichnet, wornach jeder der obbezeichneten Theile des Versuches zerfiel:

a) In eine ausserordentliche Tormentirprobe, und

b) in das gewaltsame Zersprengen der Rohre.

Die Rohre hatten bei diesen Versuchen die folgenden, im §. 167 angegebenen, forcirten Schüsse ausgehalten, u. z.:

Das Rohr Nr.	1	zu	Reschitza	1851 (1. Erzeugungs-Epoche)	gegossen	46	Schüsse
„ „	2	„	„	„ „ „	„	46	„
„ „	2	„	Lüttich . . .	„ „	„	49	„
„ „	1	„	„ . . .	„ „	„	51	„
„ „	2	„	Wien . . .	„ „	„	55	„
„ „	1	„	„ . . .	„ „	„	57	„
„ „	5	„	Reschitza	1852 (2. Erzeugungs-Epoche)	„	55	„
„ „	6	„	„	„ „ „	„	61	„
„ „	7	„	„	1854 (3. Erzeugungs-Epoche)	„	58	„
„ „	17	„	„	„ „ „	„	66	„
„ „	6	„	Wien	1852 (2. Erzeugungs-Epoche)	„	68	„
„ „	10	„	„	„ „ „	„	73	„
„ „	9	„	„	„ „ „	„	75	„
„ „	3	„	„	„ „ „	„	98	„

Aus den Versuchsresultaten ergaben sich folgende Schlüsse:

1. Die aus Mariazeller Eisenflossen zu Wien gegossenen Geschützrohre zeigten entschieden die grösste Widerstandsfähigkeit, an selbe reihen sich die 1854, dann jene im Jahre 1852 zu Reschitza gegossenen, dann die zu Lüttich erzeugten, endlich die Reschitzer Rohre vom Jahre 1851.

2. Die Rohre welche bei Steinkohlenfeuerung erzeugt wurden, erwiesen sich als die Haltbarsten.

3. Die mit Holzfeuerung im Gusshause zu Wien in letzter Zeit gegossenen Rohre haben in Folge der Einführung des Holzdörrens

*) Anstatt der Gewaltprobe mit steigender Ladung und vermehrtem Geschossgewichte war vom Hptm. Franz Ritter von Uchatius der Vorschlag gemacht worden, das Beschiessen der Rohre bis zu deren Zerspringen mit gleichbleibender, jedoch verstärkter Ladung und mit einer Vorlage, deren Gewicht ein bestimmtes Vielfaches des Kugelgewichtes betragen solle, auszuführen. Die ihn leitende Idee war, dass hiedurch eine grössere Aehnlichkeit mit dem nachzuahmenden Beschiessen mit gleichbleibender, normaler Ladung hervorgerufen würde, und dass das Resultat eine Zahl von Schüssen wäre, welche nicht nur das Erkennen der Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit eines Eisens zum Geschützgusse überhaupt, sondern auch noch ein Abschätzen des Grades der Brauchbarkeit zulassen würde.

Dieser Vorschlag wurde hohen Ortes nicht angenommen, sondern der in Frankreich eingeführten Prüfungsmethode der Vorzug gegeben.

und der veränderten Ofeneinrichtung gegen die früher erzeugten Rohre an Festigkeit zugenommen.

4. Die mit Henkeln versehenen Rohre standen an Haltbarkeit gegen jene ohne Henkel in etwas zurück.

§. 188. Auszug aus österreichischen Versuchen über die Festigkeit und Dichte des Geschützeisens. Die vielfältigen Forschungen, welchen Obstl. F. Ritt. v. Uchatius der k. k. Geschützgiesserei das Gusseisen unterzog, haben wesentlich zu der Vervollkommnung des Eisengeschütz-Gussverfahrens in Oesterreich beigetragen. Seinen diesfälligen Erfahrungen sind zum Theile die folgenden Betrachtungen entnommen, welche hauptsächlich Festigkeits- und Dichtigkeits-Proben, dann die aus chemischen Analysen des Geschützeisens gezogenen Folgerungen betreffen.

Die Analyse des Roh- und des Geschütz-Eisens und die damit verglichenen Festigkeitsproben führten zu der Erkenntniss, welche Veränderung das Eisen beim Umschmelzen im Flammenofen erleidet, und welche Bestandtheile auf dessen Festigkeit den grössten Einfluss nehmen.

Mehrfache seit dem Jahre 1846 angestellte Analysen bestätigten die Richtigkeit der Annahme, dass bei gleichen Verhältnissen der Abkühlung des in die Form gegossenen flüssigen Eisens die Herabsetzung des Kohlenstoffgehaltes das ausgiebigste Mittel zur Vergrösserung der Festigkeit des Geschützeisens sei, und lehrten zugleich, dass auf die Qualität des Gusseisens überhaupt der Gehalt vorkommender fremdartiger Bestandtheile von untergeordnetem Einflusse sei.

Es wurden nun alle Mittel aufgeboten, durch mehrfach geänderte Ofenkonstruktionen, durch Anwendung des gedörrten Holzes und durch jene der Steinkohlen als Feuerungs-Materiale, so wie durch eine angemessene Feuerungsmethode zu einer möglichst hohen Schmelztemperatur und der mit selber verbundenen vermehrten Entkohlung des dem Schmelzprocesse für den Geschützguss unterzogenen Eisens zu gelangen, während gleichzeitig das Formmateriale durch Beimischung von thonhältigem Formsand anstatt der früher üblichen gepulverten Porzellan-Casetten vereinfacht und die Gussoberflächen durch Abänderung der Schichte zu grösserer Glätte und Reinheit gebracht wurden.

Die Gleichförmigkeit und Sicherheit des Betriebes nahm hiedurch im schnell steigenden Verhältnisse zu, die Tadellosigkeit der erzeugten Rohre und die stets im Wachsen begriffene Festigkeit des Eisens bewiesen, dass auf dem betretenen Wege das vorgesteckte Ziel erreicht werden könne.

Die weiter unten über die absolute Festigkeit unseres Geschützeisens angegebenen Daten zeigen die rasche Zunahme des günstigen Erfolges und die Zweckmässigkeit der im Verfahren beim Eisengusse angewendeten Verbesserungen, durch welche bereits im Jahre 1857 Rohre vom zweiten Gusse entstanden, welche eine absolute Festigkeit auswiesen, die nach den hierüber bekannten Daten bisher noch nirgends*) erreicht wurde, und welche fast das Doppelte von jener beträgt, die noch vor wenig Jahren für das Geschützeisen als genügend angesehen worden war.

*) Dieser Ausspruch erscheint vollkommen begründet, wenn gleich einzelne in den Vereinigten Staaten von Nordamerika erzeugte Geschützrohre eine, um ein Geringes grössere absolute Festigkeit zeigten, da das Hervorrufen einer solchen Festigkeit daselbst nur auf eine sehr mühselige, kostspielige, daher für grosse Erzeugungen nicht empfehlenswerthe Weise, bewirkt werden konnte.

§. 189. Nebstbei wurde die Frage gelöst, welchen Einfluss ein verschieden procenthältiger Zusatz an Eisen vom zweiten Gusse auf die Haltbarkeit des Geschützeisens bei Anwendung des Schmelzens mit Steinkohlen hervorbringe. Diese Frage war in ökonomischer Beziehung wichtig. Da nämlich bei jeder Geschützgiesserei ein Quantum an Masselot-Eisen entspringt, welches $^1/_4$ bis $^1/_3$ des ganzen Eisenverbrauches beträgt, und da nebst den Masselots noch unbrauchbar gewordene Rohre als Schmelzgut vorkommen, so war es sehr wünschenswerth zu erfahren, bis zu welchem Grade ein grösserer Zusatz an Eisen vom zweiten Gusse erlaubt sei.

Zur Erlangung der hierüber nöthigen Erfahrungen wurden 7 Güsse gemacht, bei welchen bei je 100 Gewichttheilen Schmelzgut 0, 15, 25, 45, 60, 80 und 100 Theile Eisen vom zweiten Gusse zugesetzt worden waren; die Güsse lieferten:

87·9, 87·5, 86·7 85·6, 76·8, 74·2 und 66·2 Procente des Einsatzes an Geschützeisen.

Hieraus kann gefolgert werden, dass je grösser der Zusatz an Eisen vom zweiten Gusse ist, desto geringer der Procentgehalt an Geschützeisen ist, welcher von dem Einsatze gewonnen wird. Dieser Nachtheil wird jedoch erst erheblich, sobald der Zusatz 50 Procente des Einsatzes übersteigt. Zugleich ist zu ersehen, dass bei einem grösseren Zusatze an Eisen vom zweiten Gusse auch der Einsatz für den zu liefernden Guss grösser werden müsse.

Die erhaltenen Resultate der von diesen Güssen aus je vier Stangen gewonnenen Proben über die absolute Festigkeit zeigen, dass bei jedem Procentgehalte an Zusatz ein gutes Geschützeisen erzeugt werden kann; dass aber vorzüglich mit der Vermehrung des Zusatzes an Eisen vom zweiten Gusse bis 60 Procent die absolute Festigkeit des Eisens zunimmt, dass dieselbe jedoch bei noch grösseren Zusätzen wieder bedeutend abnimmt.

§. 190. Der Methode, die absolute Festigkeit zu bestimmen, wurde die grösste Aufmersamkeit zugewendet. Obstl. Uchatius konstruirte für diesen Zweck die in der Geschützgiesserei dermalen bestehende Zerreissmaschine, welche, da deren Wirkung eine sehr gleichförmige ist, auch den geforderten Bedingungen vollständig entspricht. — Die bei der Bestimmung der absoluten Festigkeit des Eisens angewendete Verfahrungsart besteht in Folgendem:

Aus dem untersten, dem Kopfe des Geschützrohres zunächst gelegenen Theile des Angusses werden ein oder zwei Scheiben von 4 Linien Dicke auf der Drehbank abgestochen.

Aus diesen Scheiben werden Stängelchen herausgearbeitet, deren Mittellinie einen Kreis berührt, dessen Durchmesser $^2/_3$ des Masselot-Durchmessers beträgt.

An den beiden Enden sind diese Stängelchen in der Länge von $1^3/_4''$ keilförmig verstärkt und in ihrem Mittelstücke $1^3/_4''$ lang, prismatisch, $4'''$ im Quadrate stark, mit möglichster Genauigkeit ausgearbeitet.

Beim Zerreissen werden die Stängelchen mit den Enden zwischen zwei stählerne Backen eingelegt, deren innere Flächen derart gekrümmt sind, dass das Stängelchen keine Einklemmung erleidet, sondern dass jede der 2 Seitenflächen des keilförmigen Endes die anliegende Backenfläche blos in einer Linie berührt; hiedurch bleibt dasselbe insofern gelenkig, als es sich stets nach der Richtung des zerreissenden Zuges lagern kann. Die Kraft, welche die Spannweite der Backen zu vergrössern strebt und durch welche das endliche Zerreissen des Stängelchens erzielt wird, wird langsam steigend und ohne irgend

eine plötzliche Erschütterung vermehrt, und es ist die Einrichtung getroffen, dass die Grösse der Kraft, welche im Momente des Zerreissens wirksam war, abgelesen werden kann.

Versuche haben gezeigt, dass es für das Mass der Festigkeit nicht gleichgiltig sei, ob die Stängelchen näher gegen die Aussenfläche oder mehr gegen die Mitte zu und nach welcher Richtung sie aus der Scheibe herausgeschnitten werden; im Gegentheile zeigte sich die Art des Herausschneidens dieser Stängelchen von grossem Einflusse auf die Festigkeitsprobe, weshalb die oben angegebene Norm auf die Erfahrung gegründet worden ist.

Die Ursache der vorbezeichneten Erscheinung ist dem Umstande zuzuschreiben, dass das Erstarren eines Gusses von aussen nach innen erfolgt, weshalb auch die verschiedenen Theilchen der Scheibe in verschiedener Zeit zum Erstarren kommen, wodurch die Lagerung, welche sie einnehmen, keine durchaus gleichmässige sein kann.

Da die Art der Lagerung der Theilchen, welche einen wichtigen Einfluss auf die Grösse der Festigkeit nimmt, wesentlich durch die mehr oder minder schnelle Abkühlung bedingt wird, so erscheint das auswärts gebräuchliche Verfahren, die Stangen zu den Festigkeitsproben nicht aus dem Angusse herauszuschneiden, sondern selbe in eigene Formen zu giessen, ganz verwerflich, weil aus den so erhaltenen Resultaten durchaus nicht mit Sicherheit auf die Beschaffenheit des aus demselben Eisen erzeugten Geschützrohres geschlossen werden kann.

Es unterscheidet sich daher das hierorts bei Bestimmung der absoluten Festigkeit angewendete Verfahren von den in anderen Staaten üblichen Ver iahrungsarten auf eine vortheilhafte Weise.

Betrachtet man die Festigkeit der zu Wien in den drei Epochen bis 1852, von 1852 bis 1857 und von 1857 erzeugten Geschützrohre, von welchen in dem Jahre 1852 zwei der ersten und vier der zweiten Epoche Sprengversuchen unterzogen worden waren, so zeigt sich, dass die Rohre der ersten Epoche circa 275 Ctr., jene der zweiten 290 Ctr. und die der dritten Epoche 340 Ctr. mittlere absolute Festigkeit haben.

Korrespondirend mit den durch die Festigkeitsproben gelieferten Daten zeigte sich die Haltbarkeit der diesen Sprengversuchen unterzogenen Rohre, und zwar hielten die Rohre der ersten Epoche im Mittel 57, jene der zweiten Epoche 79 forcirte Schüsse aus. Ebenso zeigten die einzelnen Rohre unter sich (mit Ausnahme einer einzelnen Anomalie bei einem 12-Pfdr.) dasselbe Uebereinstimmen der Festigkeits- und der Haltbarkeitsprobe. Da, wie den Ergebnissen der erwähnten Sprengversuche entnommen werden kann, mit der Zunahme der absoluten Festigkeit der Rohre, deren Haltbarkeit unzweifelhaft sich steigert, so ist mit Grund anzunehmen, dass die Rohre der dritten Epoche, wenn man sie der Gewaltprobe unterzöge, noch eine weit grössere Haltbarkeit zeigen würden, als jene der zweiten Epoche.

Zugleich ist aus den die Festigkeit betreffenden Daten der Rohre der dritten Epoche zu ersehen, dass der Betrieb des Eisengusses im k. k. Arsenale ein sehr sicherer und gleichmässiger sei, da die, die Festigkeit darstellenden Zahlenwerthe in sehr enge Grenzen fallen. (Der Unterschied der absoluten Festigkeiten liegt in der Regel innerhalb von 0—20 Ctr.)

Das nämliche Uebereinstimmen der absoluten Festigkeit und der Haltbarkeit weisen bei den genannten Versuchen auch die sechs gesprengten, in Reschitza gefertigten Rohre aus. Es ist jedenfalls überraschend, dass die beiden Rohre Nro. 1 und 2 (Siehe die Zusammenstellung im §. 187), welche beinahe gleiche absolute Festigkeiten gezeigt hatten, auch beide beim 47. Schusse zersprangen. (Die im §. 167 angegebene Tormentirprobe hatten dieselben ausgehalten.) Ein sehr ähnliches Verhalten gaben auch die zersprengten Wiener-Rohre der ersten Epoche kund.

Wenngleich in diesen Ergebnissen eine mathematische Genauigkeit eben

so wenig vorhanden ist, als selbe bei den vielen Zufälligkeiten, denen die angewendete Sprengprobe unterliegt, erwartet werden kann, so führen doch die mehrfältigen Proben hinsichtlich der Festigkeit und Haltbarkeit, deren Resultate stets nahe übereinstimmend gefunden wurden, zu dem Schlusse, dass die absolute Festigkeit in der Art bestimmt, wie dies in dem hiesigen Gusshause geschieht, einen sehr verlässlichen Massstab für die Haltbarkeit solcher eiserner Geschützrohre gibt, welche von einer gleichen Erzeugungsquelle herstammen.

Hierauf basirt, kann als richtig angenommen werden, dass die kostspieligen Sprengversuche sich in vielen Fällen durch Zerreisversuche werden genügend ersetzen lassen, und es muss demnach dieser höchst einfachen Methode, mittelst welcher man die Güte eines sonst fehlerfreien Geschützrohres schon in vorhinein mit grosser Verlässlichkeit zu beurtheilen im Stande ist, ein hoher Werth beigelegt, und diese Erfahrung als eine sehr folgenreiche anerkannt werden.

§. 191. Die Dichte des Eisens wurde auf das sorgfältigste mit der hydrostatischen Wage ermittelt. Die bezüglichen Resultate bieten nur einen schwachen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Qualität des Eisens, indem selbst bei Eisen von ein und derselben Sorte und Erzeugungsmethode, wenn auch zumeist, so doch nicht immer das dichtere Eisen eine grössere Festigkeit aufweist, als das weniger dichte, weil die Dichte überhaupt sehr von der Schmelztemperatur und der Dauerzeit der Abkühlung abhängig ist.

Wenn daher die Dichte schon bei gleicher Eisensorte keinen absolut sicheren Massstab für die Beurtheilung der Qualität des Eisens bietet, so würde man um so mehr fehlen, wollte man die Güte verschiedener Eisensorten aus der Vergleichung der Dichten, welche denselben zugehören, beurtheilen; so z. B. hatte das den oben erwähnten Sprengversuchen unterworfene Reschitzer-Rohr Nro. 2 (Siehe §§. 167 u. 187) eine Dichte von 7·286; und das in Wien gegossene Rohr Nro. 3 eine Dichte von 7·267; letzteres zersprang erst beim 99. forcirten Schusse, während beim ersteren, ungeachtet der grösseren Dichte seines Eisens, das Zerspringen schon beim 47. Schusse erfolgte.

§. 192. Was die Beurtheilung der Güte des Eisens aus der Beschaffenheit der Bruchfläche betrifft, so lässt sich unmöglich durch Beschreibung ein deutlicher Begriff hievon geben; nur das geübte Auge des Giessers wird dafür den richtigen Massstab finden. In Bezug der drei, den Haltbarkeitsversuchen unterzogenen Eisensorten lässt sich nur anführen, dass das Mariazeller Eisen das dunkelste, am gröbsten halbirte und dessen Bruchfläche die am meisten hackige ist. Das Reschitzer Eisen hat ein lichteres Aussehen; es ist fein halbirt und die Bruchfläche wenig hackig. Das Lütticher Eisen steht hier, wie bezüglich seiner Festigkeit, in der Mitte zwischen den beiden vorgenannten.

§. 193. Die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Eisens nach dem Sprengen der Rohre bei den Versuchen des Jahres 1852 gewährte bezüglich der Lösung einer, bis zu jenem Zeitpunkte noch nicht beantworteten Frage hohes Interesse. Man war nämlich der Meinung, dass Gusseisen durch andauernde heftige Erschütterungen seinen Molekularzustand ebenso ändere, wie dies beim Stabeisen der Fall ist, dessen Gefüge nachgewiesenermassen unter solchen Verhältnissen von der sehnigen Form in die krystallinische übergeht, und welches dadurch an Kohäsion bedeutend verliert.

Diese Meinung hat aber die Erfahrung nicht bestätigt, wie die nachfolgende Zusammenstellung ausweist, aus welcher die Grösse der absoluten

Festigkeiten der Rohre vor und nach dem Sprengen derselben zu entnehmen ist.

Die 12pfd. Vertheidigungskanonen-Rohre der ersten Erzeugungsepoche zeigten eine mittlere absolute Festigkeit auf den Quadratzoll,

für die Erzeugungsorte:	Wien	— Reschitza	— Lüttich
vor dem Sprengen	275	— 192	— 246 Ctr.
nach „ „	$304^3/_5$	— $212^2/_5$	— $261\,^1/_2$ „

Vergleicht man die hier angegebenen Festigkeiten, welche die Rohre vor und nach dem Sprengen gezeigt hatten, so findet man, dass erstere sich sogar grösser als letztere herausstellten; ein Ergebniss, welches bei 12pfd. Rohren durch den Umstand, dass die ersteren Festigkeiten sich auf das Masselot, die letzteren auf das Bodenstück des Rohres beziehen, nicht in jenem Masse modificirt wird, um nicht annehmen zu können, dass sich dasselbe verneinend gegen die vorangeführte Meinung ausspricht. Wird aber das Gusseisen, wie obige Thatsache lehrt, durch anhaltende selbst heftige Erschütterungen in seiner Molekularlagerung gar nicht oder nur sehr unbedeutend, d. i. innerhalb der Elasticitätsgrenze verändert, so lässt sich das bei gewöhnlicher Ladung und fortgesetztem Beschiessen endlich erfolgende Zerspringen eiserner Rohre nur dadurch erklären, dass bei gleicher Eisensorte, wie dies auch die Ausdauer- und Sprengversuche erkennen liessen, an jenen Stellen der Bohrung, wo die Pulverkraft am vehementesten wirkt, kleine mechanische Trennungen entstehen, welche successive sich vergrössern und nesterartig tiefer greifen, bis endlich die noch rissefreie Eisenstärke zu gering wird, um der Pulverkraft den nöthigen Widerstand entgegen setzen zu können, daher das Zerspringen des Rohres erfolgen muss.

Für diese Ansicht spricht auch der beim Zerreissversuche vorgekommene Fall, dass ein aus dem Bodenstücke des in Reschitza gegossenen Rohres Nr. 1 geschnittenes Stängelchen, an welchem von aussen kein Riss sichtbar war, durch eine ganz geringe Kraft zerriss. Die Richtung des Risses war nicht wie bei den anderen Stängelchen ziemlich senkrecht auf deren Längenausdehnung, sondern ganz irregulär nach der Richtung eines, sich in das Innere erstreckenden, nach dem Zerreissen wahrgenommenen, sehr feinen Risses.

§. 194. Der Festigkeit entsprechend, zeigte sich die Dichte des Eisens aus dem Stossboden bei allen drei oben genannten Eisengattungen grösser, als jene aus dem Masselote. Die Bruchfläche hatte durchgehends das früher beobachtete Aussehen. Die Resultate der chemischen Analyse dienen als Beleg des schon früher Gesagten, nämlich, dass im Allgemeinen bei jeder Gattung von Gusseisen die absolute Festigkeit wächst, sobald durch das Schmelzverfahren deren Kohlenstoffgehalt vermindert wird. So hatte ein Reschitzer 12pfd. Kanonenrohr (v. J. 1852) bei einem chemisch gebundenen Kohlenstoff- und Graphitgehalte von 3·55 Procent eine absolute Festigkeit von $191\,^1/_3$ Ctr. auf den Quadratzoll, während ein Reschitzer 18pfd. Kanonenrohr (v. J. 1854) bei 2·49 Procent Kohlenstoffgehalt $340^2/_5$ Ctr. absolute Festigkeit auswies.

Bezüglich der Menge der fremdartigen Bestandtheile im Geschützeisen zeigen dieserwegen angestellte Versuche und chemische Analysen gleichfalls, wie auch schon vorangehend bemerkt wurde, dass dieselbe in dem Masse, wie sie in unserem Gusseisen vorkommt, weit weniger Einfluss auf die Festigkeit nimmt, als die Grösse des Kohlenstoffgehaltes. So z. B. hatte das Eisen des den oben erwähnten Sprengversuchen unterzogenen Vertheidigungs-Kanonenrohres Nro. 3 unter allen übrigen der Analyse unterzogenen Eisengattungen den grössten Procentgehalt an fremdartigen Bestandtheilen,

und doch war dessen obsolute Festigkeit grösser, als jene der meisten anderen Eisengattungen. *)

Nachdem es sich nun durch vielfältige Untersuchungen herausgestellt hat, dass die Grösse der absoluten Festigkeit des Gusseisens mit der Abnahme seines Procentgehaltes an Kohlenstoff bis zu einer gewissen Grenze, welche jedoch bei dem gewöhnlichen Schmelzen grosser Massen im Flammenofen nicht überschritten wird, zunimmt; so kann man auch umgekehrt mit Sicherheit aus der grösseren absoluten Festigkeit einer Eisensorte im Vergleiche mit einer anderen, welche unter denselben Umständen erstarrte, schliessen: dass ihr Kohlenstoffgehalt ein geringerer sein müsse. Es wird daher jedes Schmelzverfahren, durch welches, ohne in den regelmässigen Gang desselben eine Störung zu bringen, der Kohlenstoffgehalt des Eisens voraussichtlich vermindert wird, auch dessen Qualität erhöhen und sonach dessen absolute Festigkeit vergrössern.

§. 195. Den vorangegangenen Bemerkungen fügen wir noch jene Erfahrungen bei, welche sich aus dem mit einem 40pfd. gez. gusseis. Vorderladungsrohre im J. 1864 durchgeführten Versuche (Siehe §. 157) ergaben.

Das Rohr mit Bogenzug-Bohrung im Gewichte von $168^4/_5$ Ctr. sprang bei dem erwähnten Versuche beim 26. Schusse, bei einer Ladung von 18 Pfd. (grobkörniges Pulver) und einem Geschossgewichte von 92 Pfd.

Zur Untersuchung des gesprungenen Rohres mit Bezug auf die absolute Festigkeit des Eisens etc., schnitt man aus einer, aus der Gegend des Patronenlagers entnommenen Scheibe 8 Stäbchen, jedes von $^1/_9$ Quadratzoll Querschnitt, und zwar 2 Stäbchen aus dem Theile zunächst der Bohrung, 3 aus dem Theile zunächst der Aussenfläche des Rohres, und 3 aus der Mitte zwischen diesen beiden Grenzen. Diese Anordnung erlaubte ein Messen der absoluten Festigkeit des Eisens an drei von der Bohrung verschieden weit entfernt liegenden Stellen der Rohrwände, und somit einen Einblick in den innern Zusammenhang der Rohrmaterie. Die Stäbchen ergaben auf der Zerreiss-Maschine per Quadratzoll folgende mittlere absolute Festigkeiten, und zwar:

a) die Stäbchen zunächst der Bohrungswände 326 Ctr.
b) „ „ zwischen der Bohrungs- und der Aussenwand . . 276 „
c) „ „ zunächst der Aussenfläche $204^1/_2$ „

Nimmt man aus diesen 3 Mitteln abermals das Mittel, so erhält man die mittlere absolute Festigkeit, welche die Rohrwände an der genannten Stelle besitzen, mit $268^4/_5$ Ctr. Diese Festigkeit ist zwar geringer als die bei Geschütz-Rohren kleineren Kalibers gewöhnliche, im Hinblicke auf die grossen Dimensionen des in Rede stehenden Rohres jedoch nicht abnorm, da bekanntlich die Festigkeit des Gusseisens mit dem Wachsen der Abmessungen abnimmt. Ueberraschende Resultate ergaben die nachfolgenden Untersuchungen:

Vergleicht man die Detailmittel untereinander, so ergibt sich ein Abnehmen der Festigkeit des 2. vom 1. um 50 Ctr., des 3. vom 2. um $71^1/_2$ Ctr., oder: beim Zunehmen der Abstände der erprobten Schichtenlagen von der Bohrungswand wie 1 : 2, nimmt die absolute Festigkeit nahezu im Verhältnisse wie 2 : 5 ab.

Die äussere Untersuchung der Bruchflächen, jede Serie von Stäbchen für sich betrachtet, zeigt einen gleichförmigen blätterigen Bruch; vergleicht man jedoch die Serien untereinander, so sind die Bruchflächen jener Stäbchen,

*) Siehe Mittheilungen des k. k. Artillerie-Komité's 4. Bd. 1. Hft. pag. 50.

welche dem Theile zunächst der Bohrung entnommen wurden, die feinblätterigsten, — die Stäbchen aus der Mitte der Rohrwand sind grobblätteriger — die zunächst der Rohroberfläche gewonnenen endlich ergeben einen so grobblätterigen Bruch, dass der Unterschied zwischen diesem und den beiden erstgenannten selbst dem unbewaffneten Auge erkennbar ist.

So auffallend diese Wahrnehmungen erscheinen (indem nach der Ansicht mancher Techniker über den Erstarrungsprocess der Metalle ein gerade umgekehrtes Verhalten eintreten sollte), so dürften sie doch im Folgenden ihre Erklärung finden:

Während der Erstarrungs-Periode drücken die oberen Schichten der flüssigen Metallsäule fortwährend auf die unteren, und werden diese, nach Mass des grösseren oder geringeren Druckes mehr oder minder verdichten, so dass im Allgemeinen die tiefer liegenden Schichten immer dichter und mithin auch fester werden; da aber gleichzeitig die Erstarrung des Metalles bei der gegenwärtigen Gussmethode von aussen nach innen vor sich geht, so wird die sich abkühlende flüssige Metallmasse von aussen nach innen bei nahezu gleichbleibender Druckhöhe immer dünner werden, so dass von aussen nach innen die kreisbandförmigen Flächen jedes Querschnittes wegen des länger andauernden Druckes fort und fort bis in die Nähe der Rohrachse dichter entfallen.

Dass die Verdichtung von der Mündung nach dem Bodenstücke wirklich vorhanden sei, ist eine Thatsache, welche auch weitere mit dem in Rede stehenden Rohre vorgenommene Zerreiss-Versuche bestätigen, indem Stäbchen aus dem Kopfe eine Festigkeit von nur 227 Ctr. zeigen, während die aus der Patronenlager-Zone geschnittenen, wie oben erwähnt, $268^4/_5$ Ctr., Stäbchen vom Stossboden aber eine Festigkeit von $301\,^1/_4$ Ctr. per Quadratzoll ergeben.

Das Abnehmen der Festigkeit von innen nach aussen, welche der Zerreiss-Versuch nachwies, findet, wie schon angedeutet, seine Erklärung in der nach innen länger andauernden Verdichtung des Metalles, indem die äusseren Schichten bald erstarren und dem Drucke von oben schon Widerstand leisten, während die inneren demselben noch vollkommen gehorchen müssen.

Was das Erscheinen der gröberen Krystalle an der Aussenfläche betrifft, welches bei einer raschen künstlichen Abkühlung, wie z. B. beim Hartgusse nicht eintritt, so mag dies im letzteren Falle seinen Grund in der plötzlichen gewaltsamen Lagerung der Moleküle haben, die in ersterem Falle verhältnissmässig weit langsamer und regelmässiger vor sich geht, als in letzterem.

Bei der allgemeinen, äusseren Untersuchung der Bruchstücke des Rohres machte man noch die weitere Wahrnehmung, dass in allen Zugstiefen des Geschosslagers feine Risse vorhanden sind, welche sich nach vorwärts auf 4—6″ erstrecken. Ferner befindet sich im Patronenlager ein vom Kernzapfenloche ausgehender 5‴ langer Sprung in der Richtung gegen das Geschosslager.

Obwohl von diesen Beschädigungen bei der nach dem 13. Schusse vorgenommenen genauen Besichtigung der Bohrung nichts bemerkt wurde, so kann doch mit ziemlicher Gewissheit ausgesprochen werden, dass die schliesslich vorgefundenen Risse ihrer Grösse und Zahl nach nicht von Einem Schusse allein herrühren, sondern dass dieselben durch die vehementen Wirkungen mehrerer — vielleicht aller — gemachten Schüsse successive entstanden sind, so wie dass, abgesehen von jedem anderen Zwischenfall, die gusseisernen Wände des Versuchs-Rohres nicht eine solche Kohäsion besessen haben dürften, um überhaupt den grossen Gasspannungen, welche den Laderaum ganz oder doch nur mit Belassung eines nicht genügenden Hohlraumes ausfüllende Pulver-

ladungen bedingen, bei einer grösseren Schusszahl den nöthigen Widerstand zu leisten.

Wird hier noch in Betracht gezogen, dass der Zustand des zuletzt abgeschossenen und aufgesuchten Projektiles, an welchem $^2/_3$ des mittleren Führungsringes fehlten (Siehe §. 166), die blossgelegten Ringnuten mit Pulverschleim beschmutzt waren, und die Oberflächen der Führungsringe abnorme Abschleifungen hatten, mit Grund auf eine Klemmung im Rohre schliessen lässt, so ist es klar, da bei einem solchen Ereignisse eine Erhöhung der Gasspannung eintritt, dass dieser Umstand wesentlich zur Berstung des Rohres beigetragen haben muss, zu welcher vielleicht die früheren Schüsse die Einleitung gegeben hatten.

§. 196. Schlussbemerkung. Aus der vorstehenden Darstellung geht hervor, dass in der k. k. Artillerie dem in neuester Zeit als Geschützmaterial immer wichtiger werdenden Gusseisen jene Aufmerksamkeit und Sorgfalt zugewendet worden ist, durch welche dasselbe in stufenweiser Verbesserung der Gussmethode allmälig zu einer Vervollkommnung herangeführt wurde, die dessen vorzügliche Brauchbarkeit für den Zweck des Geschützgusses anerkennen lassen muss.

Aeltere sowie die neuesten Erfahrungen bestätigen, dass die aus Mariazeller Eisen gegossenen Rohre in der Festigkeit und Verlässlichkeit alle andern, die schwedischen *) und belgischen nicht ausgenommen, übertreffen.

Die österr. Artillerie kann zur Erzeugung ihrer glatten und gezogenen Batterie-, Küsten- und Schiffgeschütz-Rohre, mit alleiniger Ausnahme von etwa der grössten Kaliber der letzteren Geschützgattungen, das Mariazeller Gusseisen mit voller Verlässlichkeit in Gebrauch nehmen, sobald mit Berücksichtigung der nachfolgenden Anordnungen der höchsten Artillerie-Behörde die Anforderung an diese Rohre nicht allzuhoch gesteigert werden, und auch bei gezogenen Rohren die Konstruktion der Züge und Geschosse, mit der Ladung, beziehungsweise der verlangten Leistung des Rohres, in einen glücklichen Einklang gebracht werden. Jedenfalls ist für die österr. Artillerie die in ökonomischer Beziehung äusserst schätzbare Möglichkeit vorhanden, den Gussstahl und das Schmiedeisen bei der Erzeugung der oben angegebenen Rohre (mit alleiniger Ausnahme der grössten gezog. Küsten- und Schiffgeschütze) als Rohrmaterie zu vermeiden und mit steierischem oder Reschitza Gusseisen, entweder bei der gegenwärtig üblichen Gussmethode, oder unter Anwendung des Hohlgusses, hinreichend widerstandsfähige Rohre zu erzeugen.

Die Erzeugung der erwähnten gezogenen Küsten- und Schiffgeschütz-Rohre des grössten Kalibers dürfte in Oesterreich entweder in der zuletzt angedeuteten Weise, oder unter Anwendung von Homogen-Eisen nach der

*) Die Leistungen der schwedischen gusseisernen gezogenen Rohre der Letztzeit (1861—1863) stehen in einem sehr günstigen Verhältnisse zu den Kosten, und verbürgen deren Eignung für alle gewöhnlichen Gebrauchsfälle.

Das neuere Engström'sche Rohr wurde mit Pulverladungen versucht, welche $^1/_5$ des Geschossgewichtes erreichten; doch war die Schusszahl zu gering, auch der Kaliber des Geschützes zu klein, daher nicht jene Bedingungen vorhanden, welche auf das Verhalten der Rohre grössten Kalibers bei der gleichen Ladung einen sichern Schluss gestatten. Ebenso sind die in letzter Zeit aus der k. belgisch. Geschützgiesserei zu Lüttich hervorgegangenen gusseis. Rohre von einer bedeutenden Widerstandsfähigkeit.

Beide Thatsachen alteriren den obigen Ausspruch jedoch nicht.

Methode Whitworth's, oder endlich unter Benützung von Gussstahl nach dem Verfahren von Krupp, Bessemer etc. erfolgen. Uebrigens können nur Thatsachen und praktische Resultate zu einer gründlichen und vollständigen Erledigung dieser Angelegenheit führen.

Um die Vervollkommnung im Gussverfahren als Basis festzuhalten und die aus zahlreichen und kostspieligen Versuchen gewonnenen Erfahrungen für weitere Fortschritte auszubeuten, hatte die oberste Artillerie-Behörde in Berücksichtigung der, von den bezüglichen Versuchs-Kommissionen gestellten Anträge, jeweilig die erforderlichen Anordnungen erlassen, wovon die wichtigsten in die zwei letzten Decennien fallen, wo eben der Gschützguss einen wesentlichen Aufschwung nahm. Da diese zeitweilig erflossenen Anordnungen die Wahrnehmung des Fortschrittes in dem in Rede stehenden Zweige industriellen Strebens der österreichischen Artillerie, und in der Erkenntniss der eigenthümlichen Eigenschaften und der Behandlung eiserner Geschützrohre bei ihrer Erzeugung und nach derselben gestatten, so sollen dieselben hier nach chronologischer Ordnung in Kürze angeführt werden.

1. Artillerie-Hauptzeugamts-Verordnung vom 4. März 1840.

„Alle neuen Vertheidigungskanonen-Rohre sind mit kupfernen Kernen zu versehen, weil die Zündlöcher unverschraubter Rohre durch schnell unterhaltenes Feuer sehr bald beträchtlich erweitert werden."

Die im Jahre 1845 und 1846 zu Wien durchgeführten Ausdauerversuche (siehe Mittheilungen des Artillerie-Komité 4. Bd. 1859) hatten die Richtigkeit dieser schon früher getroffenen Massregel genügend dargethan, und bestätigten neuerdings, ganz im Gegensatze mit den Erfahrungen anderer Artillerien, welche das Verschrauben eiserner Geschütze für schädlich erscheinen liessen, dass die in Oesterreich erzeugten eisernen Rohre vom zweiten Gusse ein Verschrauben von vornherein bedürfen, und dass dieses ihrer Ausdauer nicht nur nicht schädlich sei, sondern dass diese Rohre ohne Verschrauben schon nach der geringen Zahl von wenig hundert Schüssen unbrauchbar werden würden.

Auf das mehr oder minder schnelle Ausbrennen der Zündlöcher unverschraubter Rohre nimmt bei sonst gleichen Umständen der Härtegrad des Eisens wesentlichen Einfluss. Je härter das Eisen ist, desto langsamer erfolgt die Erweiterung des Zündloches, und umgekehrt, je geschmeidiger das Eisen ist, desto rascher nimmt dieselbe zu. Dies ist auch Ursache, warum bei dem steten Streben, das Geschützeisen geschmeidiger darzustellen, und bei dem Fortschritte in der Verbesserung des Geschützgusses die französische Artillerie, welche vordem das Verschrauben eiserner Geschützrohre als deren Ausdauer beeinträchtigend erklärte, in neuester Zeit die Nothwendigkeit des Einsetzens kupferner Kerne einsehen gelernt, und die hierauf Bezug nehmenden Bestimmungen getroffen hat.

2. General-Artillerie-Direktions-Verordnung vom 10. December 1840.

„Der Geschützguss hat in Hinkunft stets aus dem Flammenofen stattzufinden' und es ist hiezu nur Roheisen aus dem Gusswerke von Mariazell zu verwenden, welches bei kalter Gebläseluft dargestellt wurde."

Zu dieser Anordnung, welche für den Eisengeschützguss als eine der einflussreichsten anzusehen ist, gab der im Jahre 1840 gemachte Sprengversuch Veranlassung, welcher den Zweck hatte, den Einfluss der erhitzen Gebläseluft auf die Güte des Geschützeisens zu erproben. Bei demselben zeigten sowohl die Rohre vom ersten, als die vom zweiten Gusse, welche aus, bei erhitzter Gebläseluft dargestelltem Eisen erzeugt worden waren, entschieden eine geringere Festigkeit und Haltbarkeit im Vergleiche mit jenen Rohren, deren Anfertigung aus Eisen erfolgte, das bei gewöhnlicher Gebläseluft bereitet war; ferner hatten die Rohre vom zweiten Gusse eine weit grössere Festigkeit kundgegeben, als die aus dem Hochofen gegossenen.

Dieser Versuch lehrte demnach nicht nur die Zweckmässigkeit des Umschmelzens des Roheisens für den Geschützguss, sondern er führte auch zu der Erkenntniss, dass, wie gut auch die Eisensorte sei, die Güte der Geschützrohre dennoch hauptsächlich von der Art des Betriebes des Hüttenwerkes, aus welchem das Eisen geliefert wird, abhänge.

Um nun vollkommen sicher zu sein, dass die bezüglich der Darstellung des Roheisens getroffene Bestimmung, welche für die Zuverlässigkeit der eisernen Geschützrohre von höchster Wichtigkeit ist, richtig eingehalten werde, wurde mit dem vorbezeichneten Erlasse angeordnet, dass die aus dem Gusswerke zu Mariazell für den Geschützguss einzuliefernden Flossen in Gegenwart eines sachverständigen Artillerie-Officiers bei gewöhnlicher Gebläseluft herzustellen seien. Hiedurch hat die Artillerie durch die eigene Ueberzeugung von ihr angehörenden Individuen die Gewissheit, stets ein gutes Material zum Geschützgusse zu erhalten, welches an sich schon für die Sicherheit des Gelingens der Erzeugung guter gusseiserner Rohre unerlässliche Bedingung ist.

3. General-Artillerie-Direktions-Verordnung, Departement *B*, Nr. 232. Wien am 6. Mai 1851.

Enthält die Instruktion über die Klassificirung eiserner Geschützrohre, von der das Wesentlichste im Auszuge folgt.

Dieselbe entstand in Folge der von den Versuchs-Kommissionen auf Grundlage der Ergebnisse der im Jahre 1845 und 1846 zu Wien stattgehabten Ausdauerversuche zur Vorlage gebrachten Vorschläge.

Mit dieser Instruktion wurde Nachstehendes festgesetzt:

Alle Rohre vom ersten oder zweiten Gusse, welche bisher entweder gar nicht oder nur einmal verschraubt sind, haben in die mit *A* zu bezeichnende Klasse zu gehören.

Die Rohre vom zweiten Gusse aus dieser Klasse sind zu den anstrengendsten Dienstleistungen im Vertheidigungskriege und zu Belagerungsausrüstungen zu verwenden.

(Die von der Versuchs-Kommission vorgeschlagene Bezeichnung der neu gegossenen Rohre mit *A A* wurde nicht als nöthig anerkannt, da jedes Rohr vom zweiten Gusse mit der Jahreszahl und dem Orte des Gusses versehen ist, und man daher, um selbe von anderen Rohren zu unterscheiden, nur zu wissen braucht, dass alle in Wien gegossenen eisernen Rohre und alle jene, welche seit dem Jahre 1840 aus dem Mariazeller Gusswerke geliefert wurden, Rohre vom zweiten Gusse sind.)

In die mit *B* zu bezeichnende Klasse sind alle brauchbaren Rohre vom ersten oder zweiten Gusse einzureihen, sobald sie das zweite Mal verschraubt worden sind.

Derartige Geschützrohre sind dort zu gebrauchen, wo der Festungsdienst geringere Leistungen erfordert.

Aus dieser Klasse sind auch die Exercir- und Uebungsgeschütze zu wählen.

Endlich haben zur Klasse *C* alle zum Kassiren angetragenen Rohre zu zählen, d. h. jene Rohre, welche das Verschrauben ein drittes Mal erfordern; dann jene, bei welchen am rückwärtigen Theile der Bohrung beträchtliche Gruben oder Risse wahrzunehmen sind, oder solche Rohre, welche am Bodenstücke Kugelanschläge über 3 Linien Tiefe haben.

Aus Ursache des im J. 1855 vorgekommenen Falles, dass ein 6pfd. eis. unverschraubtes Vertheidigungs-Kanonenrohr, bei welchem die Bezeichnung des Gusses und Gussjahres mangelte, durch das Abfeuern weniger Salutirschüsse mehrere sichtbare Risse zwischen dem Mittel- und Bodenstücke erhalten hatte, wurde die General-Artillerie-Direktion veranlasst, dem Artillerie-Komité den Auftrag zu ertheilen, unter Beiziehung des Oberfeuerwerksmeisters und der, das hiesige Geschütz-Gusswesen leitenden Officiere mit Bezug auf die vorerwähnten, im Jahre 1851 erlassenen Vorschriften, in Betreff der zu erzielenden Sicherheit beim Gebrauche eiserner Geschützrohre, Anträge zu stellen, und dabei auf die wenig verlässlichen Rohre unbekannten Ursprunges besondere Rücksicht zu nehmen.

In Folge dieser Anordnung geschahen die nachstehenden, bereits höheren Ortes genehmigten Anträge:

1. Zur Klasse *A* hätten alle noch unverschraubten, sonst fehlerfreien, in Oesterreich erzeugten Rohre vom ersten Gusse, dann alle nur einmal verschraubten Rohre vom zweiten Gusse zu zählen.

2. Zur Klasse *B* hätten alle brauchbaren fremdländischen Rohre zu gehören, deren Zündlöcher noch nicht auf 6—8 Linien erweitert sind, und welche weder um das Zündloch, noch an dem Boden der Bohrung Risse haben; dann alle verschraubten, im Inlande erzeugten Rohre vom ersten Gusse, falls selbe nicht am Boden oder am Zündloche mit Rissen versehen sind, deren Dimensionen sie für den ferneren Gebrauch bedenklich erscheinen lassen; endlich alle Rohre vom zweiten Gusse, wenn selbe das zweite Mal verschraubt sind.

3. Der Klasse *C* wären zuzuweisen alle fremdländischen Rohre, welche um das Zündloch oder an dem Boden der Bohrung mit Rissen behaftet, oder welche schon

verschraubt sind; oder solche, deren Zündloch an irgend einer Stelle auf 6—8 Linien erweitert ist; dann alle in Oesterreich erzeugten Rohre vom ersten Gusse, welche das Verschrauben zum zweiten Male benöthigen, oder welche bereits das zweite Mal verschraubt sind, oder jene, welche bedenkliche Risse an den mehrfach angeführten Stellen ausweisen; endlich alle Rohre vom zweiten Gusse, bei welchen nach bereits zweimal vorgenommenem Verschrauben, das Zündloch sich auf 6 Linien erweitert hat.

4. Für eiserne Röhre älteren Ursprunges, bei welchen Bohrungserweiterungen vorkommen, die auf fehlerhafte Erzeugung schliessen lassen, hätten bezüglich ihres Einreihens in eine der vorstehenden Klassen die nämlichen Vorschriften zu gelten, welche für die bronzenen Belagerungskanonen dermalen angenommen sind.

5. Der Beobachtung der um das Zündloch und am Boden sich bildenden Risse wäre fortan die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden, und man hätte, um die Dimensionen und Gestalt der Risse genau aufnehmen zu können, in Hinkunft sich des Geschützbohrungs-Spiegels zu bedienen, weshalb jene Zeugs-Artillerie-Kommanden, unter deren zu verwaltendem Materiale sich eiserne Geschützrohre befinden, mit solchen Instrumenten zu betheilen wären.

(Der Geschützbohrungs-Spiegel besteht aus einem Planspiegel — Objektivspiegel —, welcher auf dem vordern Ende einer Stange in schräger Richtung aufgesetzt ist; an dem andern Ende der Stange befindet sich ein kleines nach dem Objektivspiegel gerichtetes Fernrohr, und ein zweiter Planspiegel — Beleuchtungsspiegel —, um Sonnenlicht aufzufangen und dem Objektivspiegel zuleiten zu können. Wird das Instrument mit dem vorderen Ende in die Bohrung eines Geschützrohres gebracht, und werden Lichtstrahlen mittelst des Beleuchtungsspiegels aufgefangen und auf den Objektivspiegel auftreffen gemacht, so wird darin der hiedurch beleuchtete, seitwärts desselben befindliche Theil der Bohrung sichtbar, und es kann dessen Beschaffenheit durch das Fernrohr sehr gut wahrgenommen werden.)

6. Alle übrigen, die Klassifikation und Verwendung eiserner Rohre betreffenden, mit der oberwähnten Instruktion erflossenen Vorschriften hätten auch noch weiters zu gelten.

Die oben angeführte Anordnung, für angestrengte Leistungen nur Rohre vom zweiten Gusse aus der Klasse *A* zu verwenden, ist für die Sicherheit der Bedienung eiserner Geschützrohre von grosser Wesenheit.

Vermeidet man noch überdies jede Uebertreibung bei deren Schiessgebrauch, so kann man überzeugt sein, dass das hie und da noch vorhandene Misstrauen gegen diese Rohre, welchen bei grossen Kalibern und beträchtlichen Ladungen wegen der Dauerhaftigheit ihrer Bohrungen und wegen ihrer geringen Kostspieligkeit jedenfalls ein entschiedener Vorrang vor dem Bronzegeschütze zukommt, in der Folge verschwinden wird.

Bezüglich der Risse, welche bei anhaltendem Gebrauche eiserner Rohre sich um das Kernzapfenloch bilden, und welche, von da ausgehend, die Stossbodenabrundung zumeist rings umschliessen, und nebstbei oftmals strahlenförmig in ziemlich paralleler Richtung mit der Seelenachse nach vorne sich verlaufen, haben die Ausdauer-, so wie auch die Sprengversuche gelehrt, dass dieselben, je geringer der Kaliber ist, desto später, d. h. nach einer desto grösseren Schusszahl, sichtbar werden, und dass die Vergrösserung ihrer Dimensionen nur langsam fortschreitet, dass jedoch dieses Fortschreiten bei den grösseren Kalibern schneller erfolgt, als bei den geringeren Kalibern.

Die Richtigkeit der vorangeführten Folgerung bestätigte sich auch durch die Ergebnisse von Schiessversuchen, welche in neuester Zeit mit eisernen Rohren in Wien ausgeführt wurden. Für die Frühzeitigkeit des Beginnens der Rissebildung scheint die absolute Grösse der Ladung allein massgebend zu sein.

So zeigt es sich, dass bei zwei Geschützrohren von ein und demselben Kaliber, bei welchen jedoch die Normalladungen verschieden gross sind, das Eintreten von Rissen bei jenem Rohre, für welches die grössere Ladung gehört, bei einer ungleich geringeren Schusszahl beginnt, als bei dem andern Rohre.

Man kann hieraus den Schluss ableiten: Dass eiserne Geschützrohre vom zweiten Gusse aus Mariazeller Eisen erzeugt, selbst von dem Momente an, in welchem Risse in der Gegend des Kernzapfenloches bemerkbar werden, noch für eine grosse Zahl Schüsse verlässlich bleiben.

Dieser für den Gebrauch unserer eisernen Rohre so günstig lautende Ausspruch kann für fremdländische Rohre nicht allgemeine Anwendung finden.

So z. B. wurde in der preussischen Artillerie — welche die erste war, die dem Vorkommen von Rissen um das Zündloch oder an dem Boden der Bohrung in Folge des Umstandes Aufmerksamkeit schenkte, dass in mehreren Fällen bei eisernen Geschütz-

rohren vor deren Zerspringen das Entstehen von feinen Rissen um das Zündloch wahrgenommen worden war — schon im Jahre 1833 die Anordnung getroffen, dass man bei dem Gebrauche eiserner Rohre ein besonderes Augenmerk auf derlei Risse zu richten habe, und dass jedes eiserne Geschützrohr, bei welchem selbe bemerkt werden, zu den unbrauchbaren Beständen zu übertragen sei, weil diese Risse erfahrungsgemäss als sichere Vorboten des Zerspringens zu betrachten seien.

Geht man näher in die Angaben ein, welchen Versuche zu Grunde lagen, die in Preussen mit eisernen Rohren gemacht wurden, so drängt sich unwillkürlich die Ansicht auf, dass, wenn auch bei Rohren von weniger zähem Eisen das Vorkommen von Rissen nicht später eintritt als bei Rohren von zähem Eisen, doch dasselbe weit später erkennbar wird.

Das Vergrössern der Breiten- und Längendimensionen der Risse schreitet unter sonst gleichen Umständen bei Rohren, welche aus zähem Eisen erzeugt sind, schneller fort, als bei Rohren aus minderzähem Eisen, während hinsichtlich des weit gefährlicheren Tiefergreifens der Risse das Umgekehrte gilt.

Bei bekannter Eisensorte gestatten demnach die Dimensionen der Risse auf die mehr oder minder grosse Verlässlichkeit des Rohres einen Schluss zu ziehen. Die Eisensorte hat nämlich hierauf insofern Einfluss, als sie wesentlich Ursache der mehr oder minder deutlichen Wahrnehmbarkeit dieser Risse ist; je besser die Eisensorte ist, d. h. je mehr selber ein gewisser Grad von Geschmeidigkeit zukommt, um so deutlicher lässt sich die allmälige Erweiterung der Risse erkennen, um so ferner liegt jedoch die Grenze der Dimensionen der Risse, deren Ueberschreiten das Geschütz für den ferneren Gebrauch untauglich macht, und so umgekehrt. In Berücksichtigung des Vorgesagten erscheint es daher ganz angezeigt, die fremdländischen eisernen, bekanntlich aus wenig zähem Eisen erzeugten Rohre, die sich noch in unseren Beständen befinden, so wie die inländischen Rohre vom ersten Gusse hinsichtlich des Vorkommens von Rissen einer sorgsamen Beobachtung zu unterziehen und sich dabei des hiezu vollkommen geeigneten Geschützbohrungs-Spiegels zu bedienen. Man wird ferner immerhin gut thun, vorsichtshalber die Möglichkeit anzunehmen, dass Rohre von sprödem, wenig festem Eisen bei starken Ladungen auch ohne Sichtbarsein von Rissen zerspringen können, und sich daher zu hüten haben, selben angestrengte Leistungen aufzubürden.

Ingleichen gebietet die Sicherheit des Gebrauches, derartige Rohre für unbrauchbar zu erklären, sobald deren unverschraubte Zündlöcher stark erweitert sind, da dieselben nach den Erfahrungen der niederländischen und belgischen Artillerie sodann an der Grenze der Ausdauer stehen. Ebenso muss als nöthig erkannt werden, den Gebrauch selbst der besten eisernen Rohre nur bis zu einer bestimmten Schusszahl zu gestatten, da bei längerem Schiessgebrauche um das Kernzapfenloch regelmässig die mehrfach besprochenen Risse sich bilden, deren Erweiterung und Tiefergreifen endlich das Zerspringen des Rohres herbeiführen müssen. Durch die Anwendung des Geschützbohrungsspiegels ist das Mittel geboten, das Vorkommen der Risse einer scharfen Beobachtung unterziehen, etwa in dieser Beziehung eintretende abnormale Erscheinungen entdecken und sonach entscheiden zu können, ob das betreffende Geschützrohr noch ferner zum Dienstgebrauche tauglich sei oder nicht, was für die Sicherheit beim Gebrauche von erheblicher Wichtigkeit ist.

4. General-Artillerie-Direktions-Verordnung, Departement *B*, Nro. 96. Wien am 22. März 1852.

Stellt die Grösse der Ladungen fest, welche beim Tormentiren neu erzeugter Geschützrohre anzuwenden sind.

Die frühere Methode, ein neu erzeugtes eisernes Kanonenrohr hinsichtlich seiner Tauglichkeit für den Gebrauch zu untersuchen, bestand nebst der Prüfung seiner Dimensionen noch in dem Beschiessen desselben mit einer geringen Anzahl Schüsse, bei welchem jedoch Ladungen in Anwendung kamen, die beträchtlich grösser als die Normalladungen waren; dann in der sogenannten Wasserprobe. Die eben erwähnte Schiessprobe musste nach der über die Widerstandsfähigkeit eiserner Rohre gemachten Erfahrungen als jedenfalls nachtheilig angesehen werden, da die Haltbarkeits-Versuche lehrten, dass schon nach wenigen mit grossen Ladungen gegebenen Schüssen sich Risse um das Zündloch bilden, während diese bei normaler Ladung erst nach mehreren hundert Schüssen eintreten.

Diesem gemäss wurde mit obiger Verordnung bestimmt, dass das Tormentiren eiserner Kanonenrohre nur mit 5 Schüssen unter 1 Grad Elevation zu geschehen habe, dass dabei eine Ladung von 0·4 des Kugelgewichtes und als Vorlage die Vollkugel anzu-

wenden sei, und dass sowohl auf die Patrone als auf das Geschoss ein Strohvorschlag angesetzt werden solle, während aus der Granatkanone 5 Schüsse unter 6 Grad Elevation mit der grössten vorgeschriebenen Ladung und einem Projektile von 89 Pfund im Gewichte, aus dem Steinmörser aber 5 Würfe unter 65 Grad Elevation, ebenfalls mit der grössten Ladung und einem Geschosse von 120 Pfund im Gewichte zu geben seien.

In den meisten fremdländischen Artillerien, die sich eiserner Geschützrohre bedienen, ist nebst der Tormentirprobe noch die sogenannte Kontrolprobe eingeführt, welche darin besteht, dass man aus einer Anzahl gelieferter Geschützrohre, gewöhnlich 5 Procente anscheinend zweifelhafter Rohre wählt, aus denselben eine bestimmte Schusszahl mit verstärkter Ladung und vermehrtem Gewichte der Vorlage gibt und von dem Verhalten dieser Rohre die Annahme der ganzen Lieferung abhängig macht. Die Anwendung dieser Probe erscheint bei dem gegenwärtig hierorts gebräuchlichen Gussverfahren, bei der Sicherheit der Fabrikationsmethode und bei dem Umstande, dass häufig Festigkeitsproben angestellt werden, vollständig überflüssig, weshalb auch das Verhalten eines in seinen Dimensionen richtig befundenen Geschützrohres bei der Tormentirprobe als massgebend für dessen Zulässigkeit zum Dienstgebrauche angesehen wird.

5. General-Artillerie-Direktions-Verordnung, Departement *B*, Nr. 101. Wien am 7. April 1852.

Verfügt, dass die Prüfung des Eisengeschützgusses nach der in der Lütticher Geschützgiesserei eingeführten Methode mit Steinkohlenfeuerung, vergleichsweise mit der in der k. k. Geschützgiesserei zu Wien angewendeten Methode mittelst Holzfeuerung vorzunehmen, und die Vor- und Nachtheile beider Methoden zu ermitteln seien (§. 187).

Dieser Erlass führte zu einem ausgedehnten Versuche, durch welchen, wie schon im Früheren erwähnt, hinsichtlich der Ofenkonstruktion, des Feuerungsmateriales, der Feuerungsmethode und des Formmateriales höchst wichtige Aufklärungen erhalten wurden.

6. General-Artillerie-Direktion-Verordnung, Sekt. 1, Abthlg. 2, Nr. 830. Wien am 13. August 1856.

Genehmigt die Konstruktion des entworfenen neuen Festungs-Materials.

Wenn auch die hierorts rücksichtlich der Widerstandsfähigkeit eiserner Rohre ausgeführten Versuche dargethan hatten, dass aller Grund vorhanden war mit der Bohrungs-Konstruktion der versuchten Rohre zufrieden zu sein, so glaubte man dennoch bei Feststellung der Konstruktion der Rohre des obenbezeichneten Festungsmaterials eine die Abrundungskante des Stossbodens betreffende Abänderung vornehmen zu sollen. Man kam nämlich überein den Halbmesser dieser Abrundung von $^5/_{32}$ auf $^8/_{32}$ des Kugeldurchmessers zu vergrössern, wodurch voraussichtlich das Bilden von Rissen an der Kante der Stossboden-Abrundung besser hintangehalten werden dürfte.

Die Rissebildung an dieser Stelle der Bohrung bewog die preuss. Artillerie in den J. 1845—1846, dem Stossboden ihrer eisernen Kanonenrohre die halbkugelförmige Gestalt zu geben, wodurch deren Haltbarkeit, neueren Erfahrungen nach, beträchtlich erhöht worden sein soll.

Aehnliche Resultate lieferten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ausgeführte Versuche mit eis. Geschützrohren, bei denen die Form des Stossbodens verschieden war. Desgleichen hat die französ. Artillerie, um die Ursachen des Zerspringens eiserner Geschützrohre zu vermindern, den Halbmesser der Abrundungskante des Stossbodens von $^1/_4$ auf $^1/_3$ des Bohrungsdurchmessers vergrössert.

7. Armee-Ober-Kommando-Erlass, Abtheilung 7, Nr. 531. Wien am 23. Mai 1858.

Bestimmt, dass Hauptm. Fr. Ritt. von Uchatius über das von ihm mehrfach verbesserte, gegenwärtig in der Geschützgiesserei im k. k. Arsenale angewendete Eisenschmelzverfahren und über die hiezu nöthige Ofenkonstruktion eine Instruktion zu verfassen habe, um selbe als Norm für die künftige Geschützerzeugung sowohl bei der obenbezeichneten Giesserei als auch bei den übrigen für die k. k. Artillerie arbeitenden Geschützgiessereien festsetzen zu können.

Diese Anordnung ist für die Sicherheit der Darstellung und für die Verlässlichkeit der in Hinkunft neu zu erzeugenden eisernen Rohre von hoher Bedeutung, weil eben durch die letzgemachten Verbesserungen im Gussverfahren das Geschützeisen an absoluter Festigkeit noch beträchtlich zunahm. Da die mit gleichem Materiale und mit ähnlicher Fabrikationsmethode arbeitenden Geschützgiessereien im k. k. Arsenale und im Aerarial-Werke zu Mariazell der Artillerie den grössten Theil des Bedarfes an eisernen

Geschützen liefern, so ist auch diese, wie aus dem bisher Angeführten erhellen wird, im Besitze von eisernen Geschützrohren, welche nach den derzeitigen Erfahrungen an Haltbarkeit und Ausdauer bis nun zu jene aller übrigen Artillerien übertreffen, wenngleich die meisten der letzteren, insbesondere die Englands und der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in richtiger Würdigung des hohen Werthes eines verlässlichen Geschützeisens der Verbesserung dieses wichtigen Materials durch Ausführung vielfältiger und kostspieliger Versuche die vollste Aufmerksamkeit zuwendeten.

Hatten schon die einer früheren Erzeugungsperiode angehörenden österr. eis. Rohre eine kaum geahnte Ausdauer beurkundet, so gilt dies von Rohren, welche bei Anwendung des neuen Gussverfahrens (nach 1857) dargestellt werden, in um so höherem Gerade. Der ausübende Artillerist kann demnach den in Oesterreich erzeugten eisernen Rohren des gegenwärtig bestehenden Materiales, welchen Kalibers sie auch seien, bezüglich der Verlässlichkeit innerhalb der für die Schusszahl angegebenen hinreichend weiten Grenzen, das vollste Vertrauen schenken.

Was schliesslich das Eisenwerk von Reschitza betrifft, das seither in das Eigenthum der k. k. österr. Staatseisenbahngesellschaft überging, so wurden in den letzten Jahren mehrere 18pfd. Kanonen- und einige Mörserrohre daselbst gegossen. Dieselben konnten als vollständig brauchbar in die Geschützbestände eingereiht werden, da die vorgenommenen Festigkeitsproben zeigten, dass selbst die geringste Festigkeit noch als zureichend zu betrachten war, während die grösste jene des Mariazeller Eisens sogar um ein geringes übertraf.

Die, die Festigkeit darstellenden Werthe lassen erkennen, dass die Eisensorte von Reschitza zwar eine sehr gute ist, dass jedoch, da die äussersten Grenzen dieser Werthe bis nun sehr weit auseinander gerückt erscheinen, der Betrieb daselbst noch ein schwankender sei, demnach die Sicherheit und Gleichmässigkeit der Darstellung der Geschützrohre noch durchaus nicht jenen Grad von Vervollkommnung wie in den beiden früher bezeichneten Giessereien erreicht haben.

Um daher auf diesem Eisenwerke so gute Geschützrohre zu erzeugen, als es nach der dort vorkommenden Eisensorte möglich sein würde, müsste daselbst die in der k. k. Geschützgiesserei zu Wien bestehende rationelle Schmelzmethode eingeführt werden.

§. 197. **In den Vereinigten Staaten von Nordamerika angestellte Versuche über den Guss eiserner Geschützrohre.** Wir theilen hier einen kurzen Auszug dieser Versuche nach Berichten mit, welche von den Officieren des Ordonnanze-Departement der Vereinigten Staaten von Nordamerika verfasst und mit Bewilligung des Staats-Sekretärs für den Krieg im J. 1856 zu Philadelphia publicirt wurden.

Gewaltproben, welche 1844 an 6pfdg. eis. Kanonenrohren, deren Eisen vor dem Gusse durch kürzere oder längere Zeit im Fluss erhalten worden war, gaben zu erkennen, dass die verlängerte Einwirkung einer intensiven Hitze auf flüssiges Eisen, die Kohäsionskraft des letzteren verstärke und dass diese Kraft mit der Zeit der besagten Einwirkung bis zu einer noch nicht genau bestimmten Grenze wachse, über welche hinaus dieselbe wieder abnehme.

Ueber Versuche, welche zur Ermittelung der relativen und absoluten Festigkeit, wie auch der Dichte von Gusseisen verschiedener Gattung sowohl, als auch von gleicher Gattung, jedoch bei verschiedenem Vorgange erzeugt (Null, ein-, zwei-, dreimaliges Umschmelzen; 0, 1, 2, 3, $3^3/_4$ Stunden im Fluss erhalten des Schmelzgutes etc.), im Jahre 1844 durchgeführt wurden; macht Major Wade der South-Boston- Giesserei die folgenden Bemerkungen:

Die Versuche mit dem Eisen eines Geschützrohres, welche in der Absicht gemacht wurden, den Erfolg kennen zu lernen, wenn die Temperatur des Eisens beim Giessen hoch oder niedrig ist, und wenn der Guss in der Form schnell oder langsam abgekühlt wird, haben zwar keine sehr markirten Resultate herausgestellt, — gleichwohl erscheint eine hohe Temperatur beim Giessen für die Festigkeit des Eisens sowohl, als auch für die Fehlerlosigkeit des Gusses vortheilhaft, indem das Giessen bei niederer Temperatur Höhlungen

in den Stücken hervorbringt. Obgleich die zahlreich gemachten Versuche zur Konstatirung der Güte der Güsse, deren Eisen nach dem Schmelzen durch kürzere oder längere Zeit im Flusse behalten worden war, nicht frei von Anomalien sind; so zeigen sie doch im Allgemeinen, dass das Gusseisen graduell und positiv an Festigkeit zunimmt, je länger man es bis zu einer noch nicht genau bestimmten Zeit im flüssigen Zustande erhält. Als den besten Beleg hiefür führt Major Wade das für den Guss eines Geschützrohres bestimmte Eisen an, von welchem an vier verschiedenen Tagen, von ein und der nämlichen Partie desselben, in den verschiedenen Stadien seiner 2. und 3. Schmelzung, vom ersten Schmelzen der Gänze angefangen bis zum Gusse des Rohres, zahlreiche Stangen genommen worden waren, und es war solches überdies in jener Versuchsperiode geschehen, in welcher die Erfahrung bereits jene Vorsichten gelehrt hatte, die zum Erhalt genauer Resultate nöthig sind.

Hiernach hatte man nun aus den Stangen des obigen Eisens erhalten:

Bei der 2. Schmelzung:

1. Guss, gemacht sobald die Gänze geschmolzen waren	6506	Festigkeit
2. „ das Eisen durch 1 Stunde im Fluss	7316	„
3. „ „ „ „ 2 Stunden „ „	8256	„
4. „ „ „ „ 3 „ „ „	8378	„

Bei der 3. Schmelzung:

7. Guss, Eisen in 2. Schmelzung flüssig durch $1^3/_4$ Stunden, ganze Zeit des Flüssigseins $4^3/_4$ Stunden	10411	„

Hieraus schliesst Major Wade, dass die Kohäsionskraft des Eisens, so weit sie sich durch den Widerstand gegen transversale Anstrengungen bethätigt, bis zu 60 Procent durch fortgesetzte Erhaltung desselben im flüssigen Zustande vermehrt werden könne.

Derselbe macht, gestützt auf zahlreiche in neuerer Zeit ausgeführte Versuche, den Ausspruch, dass das Eisen, welches man gegenwärtig für Geschützrohre tauglich hält, eine absolute Festigkeit von 25000 bis 34000 englischen Pfunden auf den englischen Quadratzoll besitze, und dass die erstere Ziffer als die kleinere Grenze der Festigkeit des Geschützeisens zu betrachten sei.

Aus den betreffenden Versuchsresultaten, u. z. aus dem Unterschiede der relativen und absoluten Festigkeit des Geschützeisens, welches in Stangen ausgegossen wurde, und desjenigen, welches man aus dem Geschützrohre entnahm, folgert Major Wade noch ferners, dass die relative Festigkeit vermehrt wird durch rasches Abkühlen bei kleinen Güssen, dass dagegen die absolute Festigkeit durch langsames Abkühlen bei grösseren Massen wächst. Endlich führt Major Wade an, dass die aus rauhen Fragmenten bestimmten Dichtigkeiten des Gusseisens hinter den aus zugeschnittenen Stücken abgeleiteten, sehr zurückgeblieben seien. Da nun letztere am meisten geeignet wären, genaue Anhaltspunkte für die Dichte des Eisens zu liefern, so folge hieraus, dass erstere für diese Ermittelung nicht zu empfehlen seien.

Den Bemerkungen der South-Boston-Giesserei fügen wir bei, dass man aus den daselbst geschehenen Versuchen erkennt, welche bedeutenden Anstrebungen zur Verbesserung des Geschützeisens in den Vereinigten Staaten von Nordamerika Statt hatten und auch wohl noch fortdauern. Aber obgleich diese Alles übertreffen, was bisher in der gleichen Beziehung in England, Frankreich und selbst in Belgien geschehen ist; haben sie die Giessereien

Nordamerika's doch noch nicht auf den Standpunkt geführt, auf welchem der Guss eiserner Geschützrohre in Oesterreich dermalen steht. Wir rechtfertigen diese Behauptung durch die folgende Vergleichung der hier und in Nord-Amerika erreichten absoluten Festigkeit des Geschützeisens, als jenes indirekten Massstabes, welcher zur Beurtheilung der Widerstandsfähigkeit eiserner Geschützrohre, die meiste, ja man kann sagen, die völlig hinreichende Verlässlichkeit darbietet.

Diese Verlässlichkeit findet jedoch nur dann Statt, wenn die Ermittlung der absoluten Festigkeit nicht an separat gegossenen — sondern an solchen Eisenstangen vorgenommen wird, welche entweder aus dem Masselot oder sonst aus dem Körper des betreffenden Geschützrohres herausgeschnitten wurden. Auch kann man strenge genommen, die absolute Festigkeit des Eisens nur von solchen Geschützrohren mit einander vergleichen, welche nahezu gleichen Kalibers sind. Endlich ist es erwiesen, dass das Eisen der Geschützrohre durch den Guss in Sand, eine weit grössere Festigkeit erlangt, als durch den Guss in Lehm. So z. B. erhielt man bei zwei 12pfd. eis. Rohren, welche 1857 in der k. k. Geschützgiesserei zugleich aus einem und demselben Ofen, das eine in Lehm, das andere in Sand gegossen worden waren, die absolute Festigkeit des Eisens bei dem ersteren mit 278, bei dem letzteren hingegen mit 325 Ctr. (W. G.). Noch ist zu bemerken, dass man sehr irren würde, wollte man aus der grösseren Dichte irgend einer Art Gusseisen auf dessen grössere absolute Festigkeit schliessen, indem, wie schon im Früheren bemerkt, zahlreiche Erfahrungen vorliegen, dass erstere mit der letzteren nicht immer in gleichem Verhältnisse steht.

Die angegebenen Umstände berücksichtigend, nehmen wir nun zur ersten Vergleichung die in Amerika in Sand gegossenen eis. 18pfd. Rohre, deren aus dem Langenfeld geschnittene Stangen eine absolute Festigkeit von nahezu 19380 engl. Pfunde auf den engl. Quadratzoll, oder nahe 169 Wien. Ctr. auf den Wien. Quadratzoll hatten.

Dagegen ergab ein vor nicht langer Zeit in der k. k. Geschützgiesserei untersuchtes 18pfd. eis. Rohr von älterer Erzeugung, die absolute Festigkeit seines Eisens zu 190 Wien. Ctr., welche sich um so mehr mit der obigen Festigkeit (von 169 Ctr.) messen kann, als das untersuchte Rohr nicht in so raffinirter Weise wie die nordamerikanischen Rohre, sondern noch nach der ursprünglichen Methode unmittelbar aus dem Hochofen zu Maria Zell und überdies noch in Lehm gegossen war, woraus mindestens die grosse Vorzüglichkeit der Mariazeller Eisenerze resultirt. Das aus dem Langenfeld einer sehr sorgfältig erzeugten amerikanischen 8zöll. Haubitze geschnittene Eisen wies eine Festigkeit von 26962 engl. Pfunden auf den engl. Quadratzoll, oder von 235 Wien. Ctr. auf den Wien. Quadratzoll nach.

Mit diesem Rohr kann man eine zu Wien im J. 1857 erzeugte eis. 30pfd. d. i. 9zöll. lange Haubitze vergleichen, deren Festigkeit zu 256 Wien. Ctr. gefunden wurde, wobei überdies zu bemerken ist, dass dieses Rohr, als blosses Versuchsrohr, nicht in Sand, sondern in Lehm gegossen und dass die Probestange nicht wie bei dem nordamerikanischen Rohre, aus dem Langenfeld, sondern aus dem Masselot geschnitten worden war.

Das stärkste Eisen amerikanischer Geschützrohre früherer Erzeugungen findet sich in einer im J. 1842 beschossenen 9pfd. Kanone; dessen absolute Festigkeit betrug nämlich 33307 engl. Pfunde, oder 290 Wien. Ctr. auf den Wien. Quadratzoll, und es mag hier noch angeführt werden, dass ein 12pfd.

eis. Rohr, welches die k. k. Geschützgiesserei 1851 aus Lüttich bezogen hatte, auch keine grössere Festigkeit als mit 246 Wien. Ctr. nachwies. Hingegen hebt sich nun die absolute Festigkeit des Eisens, der in neuerer Zeit (seit 1857) in der k. k. Geschützgiesserei in Wien nach einem verbesserten Schmelzverfahren erzeugten 12pfd. eis. Geschützrohre sehr vortheilhaft hervor, da dieselbe im Durchschnitte 330—340 Wien. Ctr. beträgt; was noch an keinem anderen Orte konstant erreicht worden ist, so dass man diesen Daten gegenüber, den neueren k. k. Geschützrohren eine nicht unbedeutende Ueberlegenheit über fremdländische, in Bezug der Festigkeit ihres Eisens, zugestehen muss.

Zwar wird man weiter rückwärts finden, dass später in Nordamerika Geschütze grossen Kalibers von noch höherer Festigkeit erzeugt wurden; allein dies sind nur einzelne Fälle, und es ist ausserdem dabei zu berücksichtigen, dass alle diese Rohre, deren Eisen man drei- bis viermal umschmolz und durch mehrere Stunden im Fluss erhielt, auf einem für den Bedarf, besonders in Kriegszeiten viel zu umständlichen und kostspieligen Weg hergestellt wurden, während man die obigen bei den k. k. Geschützrohren erzielten sehr befriedigenden Resultate schon bei nur einmaligem Umschmelzen des Eisens erlangte.

Hohlguss eiserner Geschützrohre.

§. 198. Ueber die Erzeugung und Erprobung von 8- und 10zöll. Kolumbiaden (Haubitzen), welche in den Eisenwerken zu Fort Pitt (Amerika) zum Theil voll zum Theil hohl gegossen wurden, sei hier das Nachstehende bemerkt.

Zu zwei im Juli 1851 gegossenen 8zölligen Kolumbiaden waren 28000 Pfund Eisen von dreierlei Qualität aus dem Greenwood-Ofen in zwei Flammenöfen, nämlich 12500 in dem einen und 15500 in dem andern geschmolzen worden, wovon beiläufig $^3/_4$ von der zweiten und $^1/_4$ von der dritten Schmelzung. Die Kolumbiaden bestanden daher aus Eisen zu drei Theilen von der dritten und zu einem Theile von der vierten Schmelzung.

Nach der Schmelzung war das Eisen durch $2\,^1/_2$ Stunden einer grossen Hitze ausgesetzt verblieben und dann in separirten Strömen zu gleicher Zeit in ein gemeinschaftliches Reservoir geleitet worden.

Aus diesem Reservoir hatte man es in einem einzigen Strome, der sich nach ein paar Fuss Länge in zwei Zweige theilte, in die Formen geleitet, indem jeder dieser Zweige direkte zu einer der beiden Formen führte, welche daher gleichzeitig ausgefüllt wurden.

Beide Formen befanden sich in offenen Gruben. Das eine Rohr wurde auf die gewöhnliche Weise voll gegossen und ausgekühlt, ohne dass man die Grube heizte oder bedeckte.

Das andere Rohr wurde hohl gegossen und dies zwar mittelst eines Kerns, welcher über eine Röhre von gegossenem Eisen geformt war, durch welche beständig ein Strom kalten Wassers strömte, während der Guss sich in der Abkühlung befand.

Die Kernröhre war wasserdicht und an ihrem untern Ende geschlossen. Das kalte Wasser wurde von oben zu dem Boden des Kerns mittelst einer in der Mitte der Kernröhre angebrachten engeren, unten offenen Röhre geleitet und stieg in dem ringförmigen Raume zwischen den zwei Röhren im erwärmten Zustande wieder in die Höhe, wo es aus der Kernröhre über dem Guss abfloss.

Ein Feuer war auf dem Boden der Dammgrube gleich nach geschehenem Gusse angemacht und durch 60 Stunden unterhalten worden. Die Grube hatte man bedeckt und die eisernen Flaschen, welche die Rohrform enthielten, waren in einer so hohen Temperatur erhalten worden, als sie noch sicher vertragen konnten, indem sie die ganze Zeit nahezu in der Rothglühhitze sich befanden.

Das Wasser ging durch den Kern nach dem Verhältniss von $2^1/_2$ Kubikfuss in der Minute, oder von 150 Kubikfuss in einer Stunde.

In der Zeit von 24 Stunden nach dem Gusse war der Kern aus dem Rohr entfernt worden und das Wasser cirkulirte dann im Innern des Rohres in demselben Verhältniss durch weitere 40 Stunden, daher in Allem durch 64 Stunden.

Die ganze Quantität des Wassers, welche durch den Guss geleitet worden war, betrug nahezu 10000 Kubikfuss, welche beiläufig 300 Tonnen wiegen oder 50mal soviel als der Guss. Die Hitze, welche dem Wasser durch den Guss mitgetheilt und vom letzteren abgeleitet worden war, betrug im Mittel 6 Grade bei der ganzen Quantität des gebrauchten Wassers.

Zwei 10zöll. Kolumbiaden wurden im August 1851 gegossen.

Das dazu gebrauchte Eisen aus dem G r e e n w o o d-Ofen, von derselben Qualität wie jenes der 8zöll. Kolumbiaden, war zu $^1/_9$ von der ersten, zu $^5/_9$ von der zweiten und $^1/_3$ von der dritten Schmelzung und betrug 46000 Pfunde, wovon 12000, 15000 und 19000 in drei Oefen geschmolzen wurden.

Das geschmolzene Eisen blieb durch $2^1/_2$ Stunden im Fluss und wurde zu gleicher Zeit aus allen drei Oefen in ein gemeinschaftliches Reservoir abgelassen, von welchem es in einem einzigen Strome auf den Boden der Dammgrube geleitet wurde, wo es sich in zwei Zweige abtheilte und zu gleicher Zeit in die unteren Enden der zwei Rohrformen eintrat.

Eines der Rohre wurde voll — das andere über einen hohlen Kern gegossen, und letzteres durch einen in demselben cirkulirenden Strom kalten Wassers wie vorbeschrieben abgekühlt. Der ganze Raum der Dammgrube ausserhalb der Formen war mit festgestampftem Formsand ausgefüllt worden. Es geschah dies, weil die eisernen Formflaschen nicht weit genug waren, um die gewöhnliche Lehmdicke der Formwände zuzulassen, und weil man deshalb befürchtete, dass die Hitze der darin befindlichen grossen Eisenmasse, die dünne Form durchdringen und die Formflaschen so sehr erhitzen möchte, dass sie nachgeben und das Eisen aus der Form laufen lassen könnten. In Folge dessen wurde das Aeussere der Form des 10zöll. hohlen Rohres, statt dasselbe wie früher bei dem 8zöll. während der Abkühlung des Gusses einer Hitze auszusetzen, hier mit frischem Sande umgeben, was eine schnellere Abkühlung des äusseren Theiles des Gusses verursachte. Das Wasser lief durch den Kern nach dem Verhältniss von 4 Kubikfuss in der Minute oder 240 Kubikfuss in einer Stunde während eines Zeitraumes von 94 Stunden.

Dessen Quantität betrug daher 22560 Kubikfuss, welche 700 Tonen oder 70mal so viel als der Guss wiegen.

Die mittlere Temperaturs-Erhöhung des durch den Kern gegangenen Wassers war nahezu $3^1/_2$ Grade. Am Ende der 94. Stunde war ein Versuch gemacht worden, den Kern aus dem Guss zu ziehen, der aber misslang. Die Zusammenziehung des Eisens rund um den Kern hielt diesen so fest, dass der obere Theil desselben abbrach. Der Wasserstrom wurde hierauf, auf

2 Kubikfuss in 1 Minute vermindert, und noch durch weitere 48 Stunden unterhalten.

Nachdem die 8- und 10zöll. Kolumbiaden ganz ausgefertigt worden waren, unterzog man sie dem Beschiessen, welches vom August bis Oktober 1851 vorgenommen wurde.

Major Wade erläutert die Ergebnisse dieses Beschiessens in folgender Art:

Die zahlreichen, von den verlorenen Köpfen und aus verschiedenen Theilen der Rohre nach ihrem Bersten gewonnenen Proben zeigen, dass das Eisen in allen Rohren von einer sehr guten Qualität war. Die mittlere Dichte bei all' den erprobten Stangen ergab sich zu 7·290 und die kleinste absolute Festigkeit war über 34000 Pfund; die mittlere beträgt aber 37800 Pfund.

Wenn man die Mittel-Resultate, welche von den verschiedenen Rohren erhalten wurden, mit einander vergleicht, so sieht man, dass deren Unterschied unbeträchtlich ist, und dass die Qualität des Eisens eines jeden Rohres gleich jener der übrigen Rohre zu achten ist. Die Qualität in verschiedenen Theilen ein und desselben Rohres ist von markirtem Unterschied.

Unter den verschiedenen Querschnitten in verschiedenen Höhen über dem Bodenstück, von welchen Proben genommen wurden, sind die von den höchsten Schnitten der verlorenen Köpfe die besten.

Diesen reihen sich in Bezug auf Festigkeit zunächst die vom Langenfelde nächst dem Hals genommenen an, welchen die vom Bodenstück gegenüber der Kammer folgen. Der niedrigste Grad wird über und unter den Schildzapfen gefunden. Diese Unterscheidungen sind dieselben in beiden der so verglichenen gleichnamigen Rohre, wovon eines voll, das andere hohl gegossen wurde, und sie erscheinen hinreichend markirt, um ein — mag sein — begrenztes Gesetz anzudeuten, welches für Rohre von gleichem Material und gleichem Körper giltig ist.

Es besteht ebenso ein Unterschied zwischen den Stangen, welche von verschiedenen Stellen eines und desselben Querschnitts genommen sind. Dieser Unterschied ist aber grösser bei den Rohren, welche hohl gegossen wurden. Im 10zölligen vollgegossenen Rohr ist die mittlere Festigkeit der von der Aussen- und Innenseite genommenen Proben beinahe gleich, während im 10-zölligen hohl gegossenen Rohr die Festigkeit der Probestangen der Aussenseite jene der Innenseite beträchtlich übertrifft. In dem, durch das Langenfeld nahe am Halse geführten Querschnitt des letzteren Rohres ist der Unterschied zwischen der Aussen- und Innenseite so gross, dass er anfänglich einer Ungenauigkeit in dem Probeverfahren zugeschrieben wurde. Allein alle, deshalb wiederholten Proben gaben stets dasselbe Resultat.

Die relative Ausdauer der 4 versuchten Rohre bildet das Wichtigste der erhaltenen Resultate. Bei dem Schiessversuche hatte:

das 8zöllige vollgegossene Haubitzrohr bei einer mittleren Dichte von 7·288
und „ Festigkeit „ 37984
73 forcirte Schüsse;

das 8zöllige hohlgegossene Haubitzrohr bei einer mittleren Dichte von 7·286
und „ Festigkeit „ 37638
1500 forcirte Schüsse;

das 10zöllige vollgegossene Haubitzrohr bei einer mittleren Dichte von 7·290
und „ Festigkeit „ 37121
20 forcirte Schüsse;

das 10zöllige hohlgegossene Haubitzrohr bei einer mittleren Dichte von 7·294
und „ Festigkeit „ 38513
249 forcirte Schüsse ausgehalten.

Man sieht, sagt Major Wade, dass die Ausdauer der hohlgegossenen Rohre in allen Fällen jene der vollgegossenen sehr übertraf, wo beide in Paaren, zur selben Zeit und aus demselben Material erzeugt wurden. In einem Falle ist der Unterschied grösser als 20 : 1, im zweiten 12 : 1, und im Zusammenhang 16 : 1.

Diesen grossen Unterschied, welcher jedesmal eintrat, wenn die Rohre in Paaren gegossen und geprüft wurden, glaubte man zufälligen Umständen nicht zuschreiben zu dürfen; denn es schien die angewandte Methode zur Sicherung einer genauen Gleichheit des Materiales in jedem Rohrenpaar, und zum Einhalten einer genauen Gleichförmigkeit bei der Erprobung eines jeden Rohres, die Annahme nicht zuzulassen, dass hiebei irgend welche unbekannte Ungleichheiten hätten existiren können.

Den grossen Unterschied der Ausdauer musste man daher den verschiedenen Methoden, und zwar diesen allein zuschreiben, nach welchen die Güsse abgekühlt wurden.

Die Ergebnisse der Erprobung zeigten jedoch andere unzusammenhängende Resultate, welchen in dieser Weise nicht Rechnung getragen werden konnte. Am schlagendsten treten dieselben hervor, wenn man die Festigkeit des Eisens, welche es im Widerstand gegen bekannte Gewichte unter dem unmittelbaren Zug der Zerreissmaschine zeigt, mit jener vergleicht, die es einer Centralkraft von entzündetem Pulver entgegensetzt.

Man hat auch bemerkt, dass in verschiedenen Paaren voll- und hohlgegossener Rohre die absolute Festigkeit ihres Eisens die gleiche ist, während deren Ausdauer beim Schiessen sehr differirt. Hieraus glaubte man den Schluss ziehen zu dürfen, dass der Unterschied in der Abkühlungsmethode, während er in dem einen Falle die Festigkeit des Rohres sehr erhöht, im anderen die Festigkeit des Eisens an sich weder schwächt, noch sonst wie afficirt. Für diese und andere scheinbar missstimmende und unzusammenhängende Resultate suchte man die Erklärung aus dem Gesetze der Zusammenziehung des gegossenen Eisens bei seiner Abkühlung.

Hier verweisen wir auf den Abschnitt — „Betrachtung des Rohres mit Bezug auf seine Widerstandsfähigkeit.“ —

Major Wade fährt hierauf in seinen Betrachtungen über die Ergebnisse der Abkühlung fort:

Je grösser der Unterschied im Abkühlen der einzelnen Theile eines und desselben Gusses ist, desto grösser wird die eintretende Spannung. Es sollte deshalb beim Vollgiessen von Geschützrohren das Bestreben dahin gerichtet sein, die äussere Abkühlung so viel als möglich zu verzögern, um den Temperatursunterschied auf ein Minimum zu bringen.

Die beste Methode, diesen Zweck zu erreichen, könnte darin bestehen, die Rohrform und die Dammgrube, worin sie sich befindet, schon vor dem Guss so weit zu erhitzen, als erstere dies nur immer vertragen kann, und diese Hitze auch nach dem Gusse noch so lange andauern zu lassen, bis jene des Gusses selbst, ihr gleich geworden ist. Es ist jedoch zu glauben, dass eine solche langsame Abkühlung die Qualität des Eisens wesentlich afficirt, indem sie seine Dichte und absolute Festigkeit vermindert. Die Zusammenziehung des harten und festen Eisens ist grösser als die des grauen weichen

Eisens; weshalb auch die schädliche Spannung in ersterem grösser als in letzterem sein muss.

Es geht aus den Versuchsresultaten auch hervor, dass eine Verminderung der Spannung in den Güssen von grösserem praktischen Werthe, als eine vermehrte Festigkeit des Eisens ist, woraus folgt, dass, um die Spannung in grossen, vollgegossenen Rohren zu vermindern, zu letzteren nur weicheres Eisen genommen werden sollte.

Wenn diese Schlüsse, wie der Berichterstatter glaubt, gut begründet sind, so müsste man bei Erzeugung grosser, vollgegossener Rohre damit beginnen, ein schwächeres und weicheres Eisen für selbe auszuwählen, dann aber dessen Dichte und Festigkeit durch einen sehr langsamen Abkühlungs-Process noch vermindern, um die gefährlichen Folgen der Spannung des Eisens durch ungleiches Zusammenziehen beim Abkühlen zu vermeiden.

Dies würde ein Aufgeben des härteren und festeren Eisens aus Ursache der Unbekanntschaft mit seiner zweckmässigen Behandlung nach sich ziehen. Eine solche Bedingung würde man aber nicht gerne eingehen, weshalb man sich früher noch bestreben sollte, die Art und Weise der Behandlung, auch des besten Materials, kennen zu lernen, damit dies auch in dem ausgefertigten Geschütze seine Superiorität behalte.

Das im Wege stehende Hinderniss ist das nicht zu umgehende Gesetz der Zusammenziehung bei Temperaturschieden, und das Mittel dagegen könnte nur im Einklang mit diesem Gesetze gefunden werden.

Maj. Wade spricht sich weiter dahin aus, dass die vom Lieut. Rodman erfundene Methode zur Beschleunigung der Abkühlung des Innern der Rohre mittelst der Durchleitung eines Wasserstromes durch dasselbe und mittelst gleichzeitiger Verzögerung der Abkühlung des Aeusseren, indem man es mit erhitzter Luft umgibt, auf den rechten Weg zu führen scheine, wenn sie auch nicht vollständig den vorgesetzten Zweck erfülle. Diese Ansicht gründe sich auf alle von den in Paaren gegossenen Rohren erhaltenen Resultate, und ihre Richtigkeit erscheine durch die Proben der 8zöll. Rohre in weiterem Umfange bestätigt. Das zu diesem Rohrenpaar gebrauchte Eisen war in einem hohen Grade hart und fest zugleich.

Die Ursache des frühen, d. i. bei dem 73. Schusse erfolgten Zugrundegehens des aus diesem Eisen vollgegossenen Rohres sei daher dieselbe, wie jene, welche bei allen schweren vollgegossenen Rohren sich vorgefunden habe, nämlich die Spannung durch das Zusammenziehen beim Abkühlen. Die Ursache der längeren durch 1500 Schüsse Statt gehabten Ausdauer des hohlgegossenen Rohres, welches unzerbrochen blieb, und, wie man sagen kann, durch kriegsmässige Ladungen unzerstörbar erscheint, bestehe darin, dass die Spannung bei der Zusammenziehung durch die innere Abkühlung grösstentheils abgehalten, und dadurch dem Rohre die Freiheit gegeben wurde, mit all' seiner ursprünglichen Zähigkeit der Centralkraft der Ladungen zu widerstehen. Ja noch mehr, es könne die innere Abkühlung so genügend gewesen sein, um die Richtung der Spannung zu verkehren, u. z. in einer solchen Ausdehnung, dass dadurch das Eisen in die bestgeeignete Bedingung gesetzt worden sei, den Spannungen der Centralkräfte nach der Theorie von Barlow zu widerstehen.

Was aber auch immer der Werth der hier für den Unterschied der Resultate angegebenen Ursachen sein möge, so bestehe die Thatsache materiell, dass ein aus Eisen von der besten Qualität — Härte zum Widerstand gegen

Druck, und Zähigkeit zu jenem gegen brechende Kraft — vollgegossenes Rohr sich als ungeeignet für den Dienst erwies, während ein gleichzeitig aus demselben Material hohlgegossenes Rohr eine bis jetzt noch beispiellose Ausdauer ergab. Diese Thatsache sollte nicht unterschätzt werden. Ein solches Resultat sei von zu grosser Wichtigkeit, als dass man darüber hinausgehen könne, ohne ihm eine aufmerksame Beachtung zu schenken. Es sei kein Grund vorhanden, warum man bei mehr Erfahrung und Kenntniss nicht immer ähnliche Resultate mit ähnlichem Material erhalten sollte.

Das Fehlschlagen im Erhalt ähnlicher Resultate bei dem 10zöll. Rohr, welches aus demselben Material erzeugt und dann beschossen wurde, sei wohl ein hinreichender Grund für Zweifel, doch nicht für endgiltigen Schluss, gegenüber den bei den 8zöll. Rohren erhaltenen Resultaten.

Die geringe Ausdauer des 10zöll. vollgegossenen Rohres möge zum Theil seinem grösseren, eine grössere Zusammenziehung bedingenden Körper, zum Theil der durch die Ladungen bei dem 10zöll. Rohr mehr als bei dem 8zöll. verursachten unproportionirten und grösseren Anstrengung zugeschrieben werden. Dieselben Ursachen könnten die Ausdauer des hohlgegossenen 10zöll. Rohres beeinflusst haben, wie auch die unvollkommene Art, in welcher die äussere Abkühlung dieses Rohres verzögert worden sei.

Ausser den besprochenen 8- und 10zöll. Kolumbiaden wurden in der Folge in Amerika noch eine grössere Zahl von Geschützrohren nach der Methode Rodman's gegossen, unter andern die beiden Monstre-Kanonen*) im Spätsommer 1864, welche wir der Sonderbarkeit wegen hier erwähnen.

Die beiden Geschütze sind gusseis. 1000pfd. Rodman-Kanonen mit Vorderladung und glatter Seele.

Das erste Rohr mit einem Bohrungsdurchmesser von 20″ und einer Länge von 24 ¼′, hat vorn nahe 8″, rückwärts 21″ Metallstärke und ein Gewicht von 1160 Ctr.; — das 2. Rohr, mit dem gleichen Bohrungsdurchmesser und 18′ Länge, wiegt circa 1000 Ctr.

Die Rohre wurden im Fort Pitt nach der Methode Rodman's hohl gegossen, in der hohlen Kernröhre cirkulirte, so wie bei den besprochenen Kolumbiaden, ein Wasserstrom, und die den äusseren Umfang des Rohres umschliessenden Theile der Form wurden mehrere Stunden vor dem Gusse unausgesetzt geheizt. Die nothwendige Eisenmasse zum Gusse (nahe 1600 und 1400 Ctr.) wurde in 3 Oefen geschmolzen.

Der Guss gelang vollständig, und es brauchten die in der Form befindlichen Rohre (Rohlinge) nahe 14 Tage zur Abkühlung.

Das 2. Rohr wurde am 26. Oktober 1864 im Fort Hamilton dem 1. Schiessversuch unterzogen.

Die hiebei in Verwendung gekommenen gusseis. sphärischen Vollgeschosse hatten ein Gewicht von circa 1000 Pfd.

Die Pulverladung bestand aus dem sogenannten Mammoth Nr. 1 Pulver, dessen einzelne stark polirte Körner die Grösse gewöhnlicher Kastanien haben, wobei Patronen zu 50 und 100 Pfd. zur Anwendung kamen.

Der ganze Versuch war jedoch in seiner Anlage, Ausführung und Aus-

*) Dieselben übertreffen nach den folgenden Bemerkungen in Bezug auf Kalibergrösse weit aus die 450pfd. Schiffgeschütze der nordamerikanischen Artillerie; — die 600pfd. Armstrong-Kanone; — und die 600pfd. Kanone von Blackeley, welche in der letzten Zeit zu Woolwich für die russische Regierung erzeugt wurde.

dehnung so unvollständig, dass sich aus demselben über die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer des Rohres etc. gar kein Schluss ziehen liess.

§. 199. Es ist bekannt, dass die Schwierigkeit Geschütze zu erzeugen, welche bei gleichmässig proportionirten Ladungen gleichmässig ausdauernd und sicher sind, mit dem Kaliber wachse. Die Nothwendigkeit, Methoden ausfindig zu machen, durch welche diese Schwierigkeit überwunden wird, zeigt sich von steigender Wichtigkeit.

Sowohl in Amerika als anderwärts besteht die Tendenz, die Kaliber sowohl der Schiffs- als Küstengeschütze zu vergrössern, eine Tendenz, welche überall zur raschen Entwickelung fortschreitet.

In den vorangehenden Bemerkungen sind der Charakter und die Wirkungen der beim Abkühlen des in grossen Massen gegossenen Eisens entstehenden Spannungen berührt worden. Nun aber nach den Resultaten der seither gemachten Versuche zeigt es sich, dass hier noch eine andere Frage in Betracht zu nehmen ist, nämlich die über die Andauer solcher Spannungen oder über die Zeitlänge, in welcher ein Körper irgend einer Spannung, ohne eintretende Erneuerung der spannenden Kraft, unterworfen bleibt.

Man kann nämlich annehmen, dass ein fester Körper, wenn er beständig durch eine lange Zeit angespannt wird, sich zum Theil wenigstens in seinen gespannten Zustand fügt und seine Kraft zur freiwilligen Rückkehr in seinen ursprünglichen Zustand verliert.

Wenn nun feste Körper in solcher Weise sich von dem Zwange einer äusseren Kraft befreien, warum soll ein Geschützrohr nicht in gleicher Weise sich von der Spannung befreien können, die es beim Abkühlen nach dem Guss erhalten hat?

Die in einem Geschützrohr durch ungleiches Abkühlen entstehende Spannung ist an dem äusseren Umfange eine zusammendrückende und eine ausdehnende am Umfange der Bohrung. Sie kann mit der Spannung verglichen werden, welche in einem hohlen Cylinder Statt fände, wenn letzterer in Einem seiner Elemente durch seine Dicke hindurchgeschnitten und die Spalte dann durch eine gegen ihre Oberfläche wirkende mechanische Kraft erweitert würde. Eine solche Kraft müsste augenscheinlich die innere Oberfläche des Cylinders ausstrecken, die äussere Oberfläche aber zusammendrücken. Wenn man sich nun eine Kraft dieser Art so weit ausgedehnt denkt, dass sie nahezu den Punkt erreicht, wo eine Molekular-Trennung beginnt, so wird auch irgend eine beträchtliche Zugabe von irgend einer Centralkraft den Bruch herbeiführen.

Dies ist nach dem Dafürhalten von Maj. Wade der Zustand eines Geschützrohres, wenn es sich in einer durch ungleiches Abkühlen verursachten Spannung befindet; und da die Kraft des entzündeten Pulvers der Geschützladung, in derselben Richtung wirkt, so werden auch wenige Schüsse hinreichen, dass Rohr zu sprengen, wenn sie gleich nach dem Gusse desselben gemacht werden.

Wenn aber demselben Rohr eine hinreichende Zeit zwischen dem Guss und dem Gebrauch gegönnt wird, um sich selbst von der Spannung zu befreien, so wird es auch eine mit der Festigkeit seines Eisens im Verhältniss stehende Zahl von Schüssen aushalten. Es kann aber nur die Erfahrung an die Hand geben, welche Zeit ein Geschützrohr bedarf, um sich von seiner Spannung zu befreien. Doch wird diese Zeit sicherlich der Härte und Zähigkeit des Eisens, so wie der Dicke des Rohres proportionirt sein.

Die vom Lieutenant Rodman ausgedachte Methode, die Rohre von

innen abzukühlen, hat den Zweck, nachtheilige Spannungen beim Abkühlen zu vermeiden, und wenn diese Methode ihrem Grundsatze nach hinreichend ausgedehnt wird, kann durch sie sogar eine Spannung in entgegengesetzter Richtung hervorgebracht werden. In diesem Falle würde nämlich die Spannung an der Oberfläche der Bohrung eine zusammendrückende und an der Oberfläche des Rohres eine ausdehnende sein, und es würde die Tendenz einer solchen Spannung dahin gehen, die Ausdauer des Rohres bis zu der von der Festigkeit seines Eisens zugelassenen Grenze auszudehnen.

Wir schliessen hier den Auszug der in Amerika Statt gehabten Versuche zur Hervorbringung eines guten Geschützeisens.

§. 200. Aeusserst merkwürdig und anderwärts noch fast gar nicht beachtet sind hiebei jene Untersuchungen, welche, bei der verschiedenen Abkühlungsart der Geschützgüsse, zum Zwecke hatten, die beim Erstarren der flüssigen Eisenmasse in derselben eintretenden Spannungen, deren vortheilhafte oder schädliche Richtung und die Mittel zur Abhilfe gegen letztere zu konstatiren.

Sicher wäre ein Aufgreifen und Fortsetzen dieser interessanten Versuche zur genaueren Feststellung der in den gedachten Beziehungen obwaltenden Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit eiserner Geschützrohre sehr angezeigt, da die bestimmtere Kenntniss hievon vielleicht auch zur Auffindung solcher Mittel führen kann, welche, ohne die Geschützfabrikation allzu subtil, kostspielig oder zeitraubend zu machen, dem für die Widerstandsfähigkeit so sehr wichtigen Faktor der Molekularspannung im Eisenguss Rechnung zu tragen geeignet sind. Wie die Fabrikation eiserner Geschützrohre dermals in Oesterreich beschaffen ist, so hatte man bei der grossen und sehr zufriedenstellenden Ausdauer, durch welche Rohre — selbst des grössten Kalibers — sich vor allen bis jetzt erzeugten fremdländischen ungemein auszeichnen, bis in die neueste Zeit zwar keinen dringenden Grund gehabt, den im Innern ihres Körpers etwa vorhandenen nachtheiligen Spannungen einen überwiegenden Einfluss auf ihre Haltbarkeit zuzuschreiben, eben weil Rohre von zu geringer Ausdauer noch nicht vorgekommen sind; allein die in der letzten Zeit erkannte Nothwendigkeit der Schaffung von gezogenen Küsten- und Schiffsgeschützen des grössten Kalibers hat diese Frage erneuert in den Vordergrund gedrängt.

Zum Belege der ersteren Behauptung führen wir an, dass von den hier in neuester Zeit erzeugten k. k. eisernen Geschützrohren mächtigen Kalibers, zu welchen vorangehend das 30pfd. eis. lange Haubitzrohr, das 48pfd. Kanonen- und das 60pfd. Küsten-Mörser-Rohr gehört, das erstere 758 Schüsse mit 12 Pfd. Ladung und einem 63 Pfd. schweren Geschosse, das zweite 866 Schüsse mit 13 Pfd. Ladung und einem 39 Pfd. schweren Projektile, endlich das letztere 300 Würfe mit 14 Pfd. Ladung und einem Projektilgewicht vom 115 Pfd. ausgehalten haben, und hiebei noch für jeden weiteren Gebrauch völlig tauglich verblieben sind. Allein hieraus folgt doch noch nicht, dass künftig die Aufhebung oder vortheilhafte Gestaltung der im Innern des Eisens vorhandenen Spannungen eine noch weit grössere, vielleicht unbeschränkte Ausdauer der k. k. eisernen Geschützrohre nicht um so mehr herbeiführen könne, als die Qualität des österreichischen Geschützeisens ohnehin eine der allervorzüglichsten ist.

Sicherlich wird der Gebrauch eiserner Geschützrohre in der Folge mehr und mehr zunehmen und ist schon jetzt in den festen Plätzen, an

den Küsten und auf den Kriegsschiffen von grösster Ausdehnung. Da aber die Erzeugung und Ausfertigung eiserner Geschützrohre schwieriger und zeitraubender als jene der bronzenen ist, so erscheint es auch wünschenswerth, dass der Staat die Fabrikation derselben an möglichst vielen solchen Orten, wo ein gutes Geschützeisen erzeugt werden kann, nach seinem Willen einrichten könne und völlig in seiner Gewalt habe, um in Zeiten dringenden Bedarfes nicht aufzuliegen.

In Oesterreich sind es Maria-Zell in Steiermark und Reschitza im Banate, welchen vorzügliche Eisenerze zu Gebote stehen, doch ist letzteres vor einigen Jahren in Privathände übergangen. Nur ersteres gehört der Staatsverwaltung und ist bis jetzt, nebst der k. k. Geschützgiesserei im Artillerie-Arsenale zu Wien, welche die Eisenflossen von Maria-Zell erhält, die einzige Bezugsquelle für die k. k. eisernen Geschützrohre.

§. 201. Von grossem Interesse sind auch die Bemerkungen über den Geschützguss, so wie über die Molekular-Lagerung im Eisen von Mallet. (Siehe Mittheilungen des k. k. Artillerie-Komité, 4. Bd., 1859.) Die Ausdehnung dieses Werkes gestattet uns jedoch nur diesen Gegenstand zu berühren. Die Annahme des Gesetzes, dass jeder plötzliche Wechsel in der äusseren Form, jeder vorspringende und jeder eingehende Winkel, wie klein er auch immer äusserlich an einem Geschützrohre sei, von einem ebenso plötzlichen Wechsel in der Lagerung der Krystalle des Metalles begleitet ist, und dass jeder solche Wechsel eine oder mehrere Flächen der Schwächung in der ganzen Masse zur Folge hat, mit welchen die Bruchstellen zersprungener eiserner Rohre meistens zusammenfallen, führt den gelehrten Verfasser zu höchst interessanten Betrachtungen.

Von nahezu gleichem Interesse sind die Bemerkungen Mallet's über die nachstehenden Punkte.

1. Betrachtung. Von welchen Umständen die mehr oder weniger vollkommene Homogenität des krystallinischen Gemisches, welches wir Gusseisen nennen, abhänge, wenn letzteres zu Geschützen vergossen wird, und daher auch, wie man mit der besten oder irgend einer äusseren Form, am ehesten die Bildung von Schwächungsflächen, insoweit hiebei das Formen und Giessen der Rohre betheiligt sind, vermeiden könne.

2. Betrachtung. Die Wirkungen, welche der Zusammenziehung des Eisens bei dem Abkühlungsprocesse und beim plötzlichen Wechseln in der Massenhaftigkeit und in den Abmessungen der Masse zugeschrieben werden müssen.

3. Betrachtung. Die Wirkungen des schnellen und des langsamen, wie auch des ungleichen Abkühlens.

4. Betrachtung. Die Wirkungen, wenn der Guss unter dem flüssigen Druck eines vermehrten Kopfes von geschmolzenem Metalle geschieht.

5. Betrachtung. Ob Geschützrohre, welche lange Zeit vor ihrem Gebrauche gebohrt, und in Vorrath genommen wurden, vertrauenswerther sind, als solche, welche eilig gegossen, gebohrt und in Gebrauch genommen werden.

Nicht unbeachtet sind endlich die Bemerkungen zu lassen, welche der genannte Autor an die Krystall-Lagerung im Schmiedeisen knüpft. So wenig wir übrigens auch sonst mit allen Angaben des Verfassers übereinstimmen können, wie dies namentlich bezüglich des Hitzegrades der Fall ist, unter welchem, seiner Meinung nach, das geschmolzene Eisen in

die Form gegossen werden soll, oder bezüglich der krystallinischen Beschaffenheit des, von ihm als das festeste erachteten Gusseisens, so müssen wir doch gestehen, dass das seinen Betrachtungen zu Grunde gelegte Princip der Krystall-Lagerung mit der Richtung der Hauptachsen nach den Linien des geringsten Druckes, ein bis jetzt noch von keiner andern Seite ausgesprochenes eben so eingreifendes als einfaches Naturgesetz darstellt, dessen Kenntniss, wenn weitere Forschungen es bestätigen, einen höchst fruchtbaren Keim von Verbesserungen in sich birgt, welche in der Bearbeitung des Eisens — dieses für Artilleriezwecke gegenwärtig von Tag zu Tag wichtiger werdenden Materials — noch immer gemacht werden können.

Guss der Geschützrohre aus Stahl und Homogen-Eisen.

§. 202. Bei der in Rede stehenden Erzeugungsart der Rohre, ist auch noch der Guss derselben aus Homogen-Eisen und Gussstahl zu betrachten.

Die Erzeugung der Rohre aus Homogen-Eisen nach Whitworth hat in England eine ausgebreitete Anwendung gefunden. Whitworth erzeugt übrigens nicht nur für England, sondern auch für Amerika, Brasilien, Russland etc. Rohre des verschiedensten Kalibers.

Das homogene Metall, welches die Rohrmaterie bildet, ist eine Gattung weichen Gussstahles, erzeugt durch Schmelzen weicher reiner Eisenerze oder kleiner Stabeisenstücke in verschlossenen Tiegeln unter Zusatz kohlenstoffhältiger Körper.

Die Rohre werden aus homogenem Eisen gegossen und nach dem Gusse durch Dampfhämmer bearbeitet; bei grösseren Kalibern überdies durch schmiedeiserne oder gussstählerne Ringe und Hülsen in ähnlicher Weise wie die Armstrong-Rohre (Siehe §. 206) verstärkt.

Die Schildzapfen sind zumeist mittelst eines Ringes an das Rohr befestigt.

Die Kosten der Erzeugung der Rohre sollen im Allgemeinen geringer sein, als jene von Armstrong-Rohren.

Whitworth-Rohre haben bei Versuchen mit Pulverladungen von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ des Projektilgewichtes, selbst bei den grössten Kalibern, sehr befriedigende Resultate gegeben. (Indessen ist das Bersten der Rohre in einzelnen Fällen auch bei Whitworth-Geschützen vorgekommen.)

In neuester Zeit hat Whitworth auf diesem Wege Rohre grossen Kalibers erzeugt, welche eine sehr grosse Ausdauer zeigten und die allgemeinste Anerkennung fanden.

Ein im J. 1862 von Whitworth-Rifle- und Ordnance Company zu Manchester zu Londen ausgestelltes 6pfd. Vorderladungs-Feldkanonenrohr von Whitworth zeigte die nachstehende Einrichtung:

Das Rohr ist aus homogenem Metall erzeugt, bei 72″ lang, konisch geformt, ohne Henkel, die Schildzapfen sind mittelst eines Ringes am Rohre befestiget, das Bodenstück hat einen traubenähnlichen Ansatz. (Zur Verbindung mit der Richtschraube eingerichtet.) Die Metallstärke beträgt vorn $1\frac{1}{4}$″, hinten $2\frac{1}{2}$″, das Rohrgewicht bei 550 Pfd.

Die Bohrung hat einen Durchmesser von nahe $2\frac{1}{2}$″, ist im senkrechten Querschnitte sechsseitig geformt, mit Ausrundungen an den Ecken. (Siehe Fig. 84, §. 85.)

Der Drall oder die spirale Windung des Polygons beträgt auf 40″ eine Umdrehung.

Der hinterste Theil des Bodenstückes ist mit einem bronzenen Ringe umgeben, welcher an der rechten Seite in einer Hülse den verschiebbaren Aufsatzstab sammt

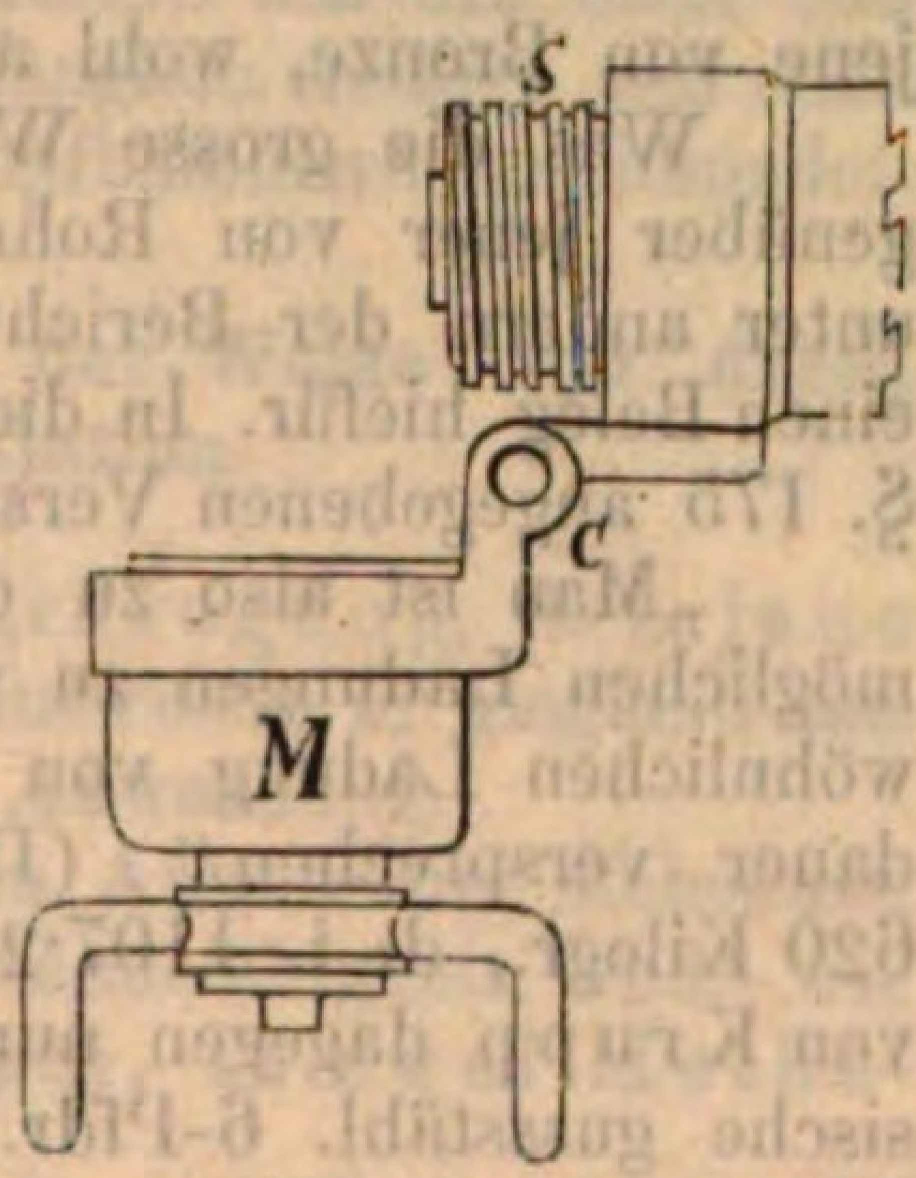
Querarm trägt. Auf der gleichen Seite ist am Schildpfannenring ein kornartiges Visir angebracht.

Die bei diesem Geschütz in Anwendung stehenden Geschosse wurden bereits im §. 159 besprochen und sind daselbst auch in Fig. 152 abgebildet.

Das 6pfd. gezog. Hinterladungs-Kanonenrohr Whitworth's unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen dadurch, dass es seiner ganzen Länge nach durchbohrt, und am Bodenstücke mit der in Fig. 162 abgebildeten Verschlussvorrichtung versehen ist.

Das Rohr hat am rückwärtigen Ende an der äusseren Mantelfläche die Schraubengewinde *S*, dann an der rechten Seite die kappenartige Mutterschraube *M*, welche durch die Charniere *C* mit dem Rohre verbunden ist, und bei jedesmaligem Laden abgeschraubt wird. Die Mutterschraube ist in der Mitte ihres Bodens für die Zündung durchbohrt.

(Fig. 162.)



Im Uebrigen verweisen wir auf §. 175.

§. 203. Ueber Krupp's Verfahren bei Erzeugung des Gussstahls und gussstählerner Geschützrohre weiss man keine vollkommen bestimmten Daten, da Krupp seine Methode geheim hält. So viel ist bekannt, dass das Schmelzen des Rohstoffes und die Bereitung des Gussstahls in Tiegeln, welche nur 40 bis 70 Pfd. Metall fassen, vorgenommen wird; dass zur Erzeugung grosser Gussstahlstücke der Inhalt sehr vieler Tiegeln und demgemäss auch eine grosse Menge Brennmateriale erforderlich ist, und dass man hiebei vieler geschickter und verlässlicher Arbeiter bedarf. Nach Krupp's Verfahren werden die Geschützrohre vom kleinsten bis zum grössten Kaliber aus Stahl massiv gegossen, und die gegossenen Gussstücke nach dem Erstarren und nach abermaliger Erhitzung unter grossen Dampfhämmern geschmiedet.

Die Flächen der geschnittenen oder gebrochenen Rohre, welche aus seinem Etablissement hervorgehen, zeigen durchaus ein feines gleichförmiges Korn. Krupp's Etablissement ist das einzige deutsche, welches durch die Grossartigkeit seiner Mittel, Maschinen und Erzeugnisse mit den ersten englischen Fabriken dieser Art zu konkurriren vermag, und letztere sogar übertrifft. (Unter andern hatte Krupp 1862 zu London ein 9zöll. Geschützrohr exhibirt, welches 15′ lang und nahe 160 Ctr. schwer war.)

Was die absolute Festigkeit (900—1100 Ctr.) und die Widerstandsfähigkeit der von Krupp erzeugten Rohre betrifft, so wurden dieselben bereits im §. 12 besprochen. Die in neuester Zeit durchgeführten Versuche mit Rohren des grössten Kalibers, welche aus Krupp's Etablissement hervorgegangen sind, haben die grosse Widerstandsfähigkeit und Ausdauer dieser Rohre erneuert bewiesen; welche übrigens, wenigstens mit Bezug auf kleinere Kaliber, schon seit den vom französ. Artillerie-Komité mit denselben im J. 1857 vorgenommenen Ausdauerversuchen erkannt ist.

Bei diesen Versuchen zeigte sich, dass das Innere der Rohre so rein als möglich ist, und überall eine sehr glatte Oberfläche darbietet, an welcher blos die ringförmigen Streifen des zuletzt gebrauchten Bohrers zu bemerken sind. Sie sind jedoch durch das Sterninstrument nicht messbar, und geben Zeugniss von der Härte des Metalls.

Bei diesen Versuchen wurden aus zwei gussstählernen 12pfd. Granatkanonen von Krupp 3000 Schüsse mit 1·4 Kilogr. (2 Pfd. 15 Loth) Ladung gegeben, wobei die Bohrung beinahe ganz unverändert blieb.

Ebenso widerstehen Rohre aus Gussstahl feindlichen Geschossen so wie jene von Bronze, wohl aber mehr als jene aus Gusseisen.

Was die grosse Widerstandsfähigkeit der Rohre aus Gussstahl gegenüber jener von Rohren aus Bronze oder Gusseisen betrifft, so gibt unter andern der Bericht des französ. Artillerie-Komité's vom Juli 1857 einen Beleg hiefür. In diesem Berichte sagt dasselbe mit Bezug auf den im §. 175 angegebenen Versuch mit zwei 12pfd. Granatkanonen von Krupp:

„Man ist also zu dem Schlusse berechtigt, dass diese Rohre allen möglichen Ladungen zu widerstehen vermögen, und dass sie bei der gewöhnlichen Ladung von 1·4 Kilogr. Pulver eine ganz unbegrenzte Ausdauer versprechen.“ (Die französ. bronz. 12pfd. Granatkanone wiegt 620 Kilogr., d. i. 1107·2 W. Pfd., die gussstählerne 12pfd. Granatkanone von Krupp dagegen nur 550 Kilogr., d. i. 982·2 W. Pfd. — Der preussische gussstähl. 6-Pfdr. wiegt mit Verschluss 862·6 p. Pfd. = 770 W. Pfd. = 431·3 Kilogr. und ohne Verschluss 817·6 p. Pfd. = 730 W. Pfd. = 408·8 Kilogr.)

Ueber Gewicht und Preis gussstählerner Rohre ist uns Folgendes bekannt: Ein 8zölliges Hinterladungs-Kanonenrohr, 110″ in der Bohrung lang, kostet vollkommen ausgearbeitet, gebohrt und gezogen (aber ohne Verschlussapparat) 975 Pfd Sterling oder 9750 Gulden österr. Währg. und hat ein Gewicht von 8000 preuss. Pfdn. *) Dasselbe Rohr, aber nur rauh gedreht und nicht gebohrt, wiegt 11300 Pfd. und kostet 8100 Gulden. Ein Hinterladungs-Kanonenrohr, 50″ lang, mit dem Durchmesser von 2″, kostet ganz fertig (ohne Verschluss) 1350 Gulden und wiegt 760 bis 970 Pfd. Das roh ausgearbeitete, ungebohrte Rohr wiegt 1000 bis 1300 Pfd. und kostet 970 Gulden.

Diese Preise betragen mehr als das Doppelte von jenen der Armstrong'schen schmiedeisernen Rohre gleichen Kalibers und sind noch höher im Vergleiche mit Bessemer's Gussstahlrohren.

Krupp's Gussstahlrohre behaupten durch die gleiche Beschaffenheit und ausserordentliche Festigkeit ihrer Materie den ersten Rang und eignen sich daher am besten für Geschütze des grössten Kalibers und jene starken Pulverladungen, welche zur Erzielung von Maximaleffekten nöthig werden.

Leider beschränken der hohe Preis und national-ökonomische Rücksichten die Anwendung, und fordern zu Bemühungen auf, diesem kostbaren Materiale, wenn möglich, ein anderes zu substituiren. (Siehe hier die §§. 12 und 175.)

§. 204. Die Gussstahlerzeugung von Bessemer beruht auf einem eben so schönen als scharfsinnigen Principe, empfiehlt sich sehr durch Billigkeit, und dürfte in der Zukunft eine fruchtbare Rolle übernehmen. Gegenwärtig jedoch hat diese Erfindung den nöthigen Grad der Ausbildung und Vollkommenheit bei weitem nicht erreicht. Bessemer's Geschützrohre haben Proben jener ausgezeichneten Qualität, welche die Krupp'schen Produkte charakterisirt, bis jetzt nicht geliefert. Bei grösseren Rohren, welche aus Bessemer's Etablissement hervorgehen, soll die Materie von poröser und sehr ungleicher Beschaffenheit sein und das Misslingen häufig vorkommen, so dass von 100 Rohren kaum die Hälfte makellos und für den Gebrauch geeignet ist.

*) 1 preuss. Pfund = 0·5 Kilogr. = 0·8928 wien. Pfund.

Nach Bessemer's Verfahren werden die Rohre aus der nach ihm benannten Stahlart massiv gegossen, sobald sie hinlänglich erstarrt und noch in der Rothglühhitze sind gleichfalls mittelst Dampfhämmern geschmiedet.

β. Erzeugung des Rohres unter dem Hammer, der Walze oder durch eine andere technische Manipulation.

§. 205. Die 2. Methode der Rohr-Erzeugung, d. i. jene unter dem Hammer, der Walze etc. ist unstreitig in England am ausgebildetsten und auch in der ausgedehntesten Anwendung.

Im Allgemeinen kann man die gegenwärtig in Anwendung stehenden Arten schmiedeiserne Rohre von grosser Widerstandsfähigkeit, und, wie man sagt, ohne besondere Schwierigkeit zu erzeugen, in zwei Methoden sondern.

Die eine von Armstrong, Blackely, Whitworth u. Andern (Siehe §. 174) besteht in der Herstellung von cylindrischen und konischen Röhren aus Stabeisen, die man auf verschiedene Weise dergestalt schichtenförmig aufeinander aufzieht, dass die inneren näher der Bohrungsfläche liegenden Schichten zusammengepresst, die äusseren aber ausgedehnt werden. Nach dem Principe dieser Methode hat man in England auch Rohre aus übereinander gewundenem Drahte erzeugt (Longridge), welche eine grosse Widerstandsfähigkeit besassen, jedoch keine ausgedehntere Anwendung fanden.

Die andere Methode von Clay, dem Besitzer der Mersey Stahl- und Eisenfabrik zu Liverpool, besteht in einer künstlichen Bearbeitung der ganzen Rohrmasse, indem durch einen Walzprocess die Fasern des Eisens mit ihrer Länge senkrecht gegen die Rohrachse gelagert werden.

In wieferne sich die einzelnen dieser äusserst künstlichen und kostspieligen Darstellungsarten von Rohren bewähren, muss die Folge lehren; bis jetzt hat man in den verschiedenen Artillerien sich noch nicht entschlossen, eine dieser englischen Methoden zu adoptiren; die meiste Anerkennung hat sich noch die im Früheren besprochene Whitworth'sche Rohrerzeugung errungen.

In Bezug auf die besprochenen Methoden der Fabrikation eiserner Geschützrohre soll hier nur das Nachstehende Platz finden.

Erzeugung der Rohre nach Armstrong.

§. 206. Als man zuerst von der Armstrong-Kanone hörte, erfuhr man zugleich, dass das Rohr derselben aus einem gusseisernen oder gussstählernen Kerne bestehe, welcher die Bohrung enthalte und mit Eisenbändern überspannt sei, wodurch dem Rohre bei grösster Leichtigkeit zugleich die möglichst grösste Festigkeit gegeben werde.

Diese Idee, eiserne Geschützrohre zu fabriciren, rührt jedoch nicht von Armstrong her, da unseres Wissens schon einige Jahre früher der Engländer Treadwell dieselbe in einer von ihm herausgegebenen Broschüre veröffentlichte und mit theoretischen Gründen belegte. Es dürfte hiernach das Recht der Priorität, welches später auch der k. grossbritsch. Artillerie-Kapitän Blackely bezüglich dieser Erfindung in Anspruch nahm, einiger Massen zweifelhaft sein. Indessen gebührt dem letzteren jedenfalls das Verdienst, dieselbe nicht nur auf vollkommen wissenschaftlicher Basis reducirt, sondern auch durch Expe-

rimente bestätigt zu haben, welche in der Artillerie der Vereinigten Staaten von Nordamerika angestellt, im J. 1856 publicirt wurden, und von denen wir im Vorangehenden bereits einen Auszug gegeben haben.

Die Art wie Armstrong seine gezogenen Kanonen erzeugt, ist allerdings sehr schwierig und erfordert besondere technische Einrichtungen und technische Fertigkeiten.

Viele sind daher der Meinung, dass man diesen Schwierigkeiten durch die Anwendung von Gussstahlrohren für gezogene Geschütze, in welchen die Pulverladung bei dem durch das Projektil aufgehobenen Spielraum zur höchsten Kraftäusserung gelangt, ausweichen könne, da der geschmiedete Gussstahl die bisherigen Geschützmetalle, d. i. die Bronze und das Gusseisen, an Leichtgewichtigkeit und Festigkeit übertrifft.

Für gezogene Feldgeschütze, bei welchen die gute Bearbeitung des Gussstahles nicht nur mit Sicherheit geschehen kann, sondern bei welchen auch vermöge ihrer kleineren Dimensionen und Gewichte die Erzeugung minder kostspielig ist, wollen wir dies zugeben; bei Rohren des grössten Kalibers dürfte der Gussstahl jedoch nicht blos seiner Kostspieligkeit, sondern auch der mit der Grösse des Kalibers zunehmenden Schwierigkeit seiner Bearbeitung wegen, kaum mit der ungleich billigeren und, unseres Erachtens nach, auch eine genügende Festigkeit gewährenden Fabrikation der Geschützrohre, nach der von Kapitän Blackely und Armstrong ausgeführten Methode konkurriren können.

Im Allgemeinen besteht das Armstrong-Rohr aus einem inneren Theile oder einer Kernröhre, welche mit einer zweiten Röhre und diese wieder, von der Gegend der Schildzapfen an, mit kürzeren Röhrenstücken oder Ringen umgeben ist. Sämmtliche vorgenannten Theile sind aus Schmiedeisen erzeugt.

Der Kern, sowie die um denselben gelegte Röhre sind durch Zusammenschweissen von 2—4 kurzen Röhrenstücken erzeugt. Die Fabrikation der letzteren und jener Ringe, welche die äussere Lage bilden, geschieht dadurch, dass Eisenschienen in weissglühendem Zustande um einen Dorn, ähnlich wie bei Bandläufen gewunden, dann der Dorn entfernt, und die so gebildete Röhre, behufs des Schweissens der einzelnen Windungen des Eisenbandes, den Schlägen grosser Dampfhämmer ausgesetzt wird. Um den Kern durch die äusseren Röhrentheile zu verstärken, werden diese in dunkelglühendem Zustande auf den kalten Kern geschoben. Beim Abkühlen ziehen sich die angelegten Röhren zusammen und umschliessen hiedurch die innere Röhre mit einer gewissen Spannung. Die äusseren Röhren haben im kalten Zustande einen Lichtendurchmesser, welcher unmerklich kleiner ist als der äussere Durchmesser der Kernröhre.

Der Ring mit den Schildzapfen und die Verschlusstheile werden massiv geschmiedet und dann gebohrt.

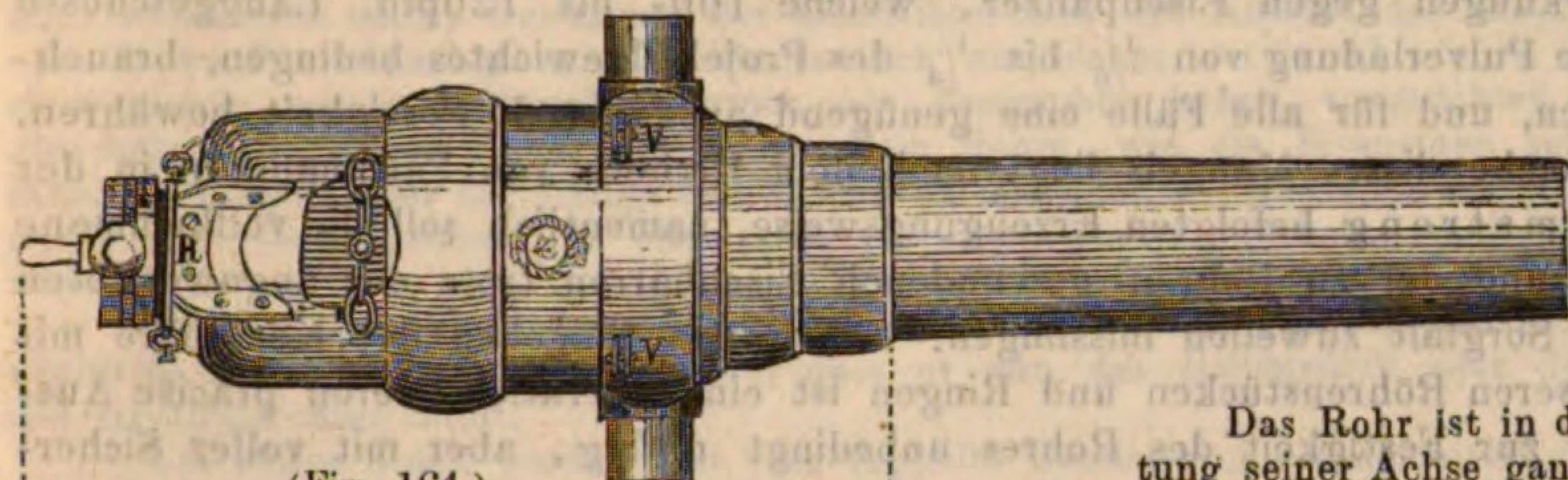
Die Armstrong'schen Geschützrohre der verschiedenen Kaliber sind der Hauptsache nach in der äusseren Gestalt und inneren Einrichtung ähnlich, nur die Zahl und der Drall der Züge, die Abmessungen und die Gewichte sind verschieden. Die vollständig ausgefertigten Armstrong-Rohre wiegen, u. z.:

Der 6-,	12-,	20-,	40-,	70-	und	100-Pfünder
3·3,	8·5,	16·8,	32·4,	59·5	„	81·3 engl. Centner.

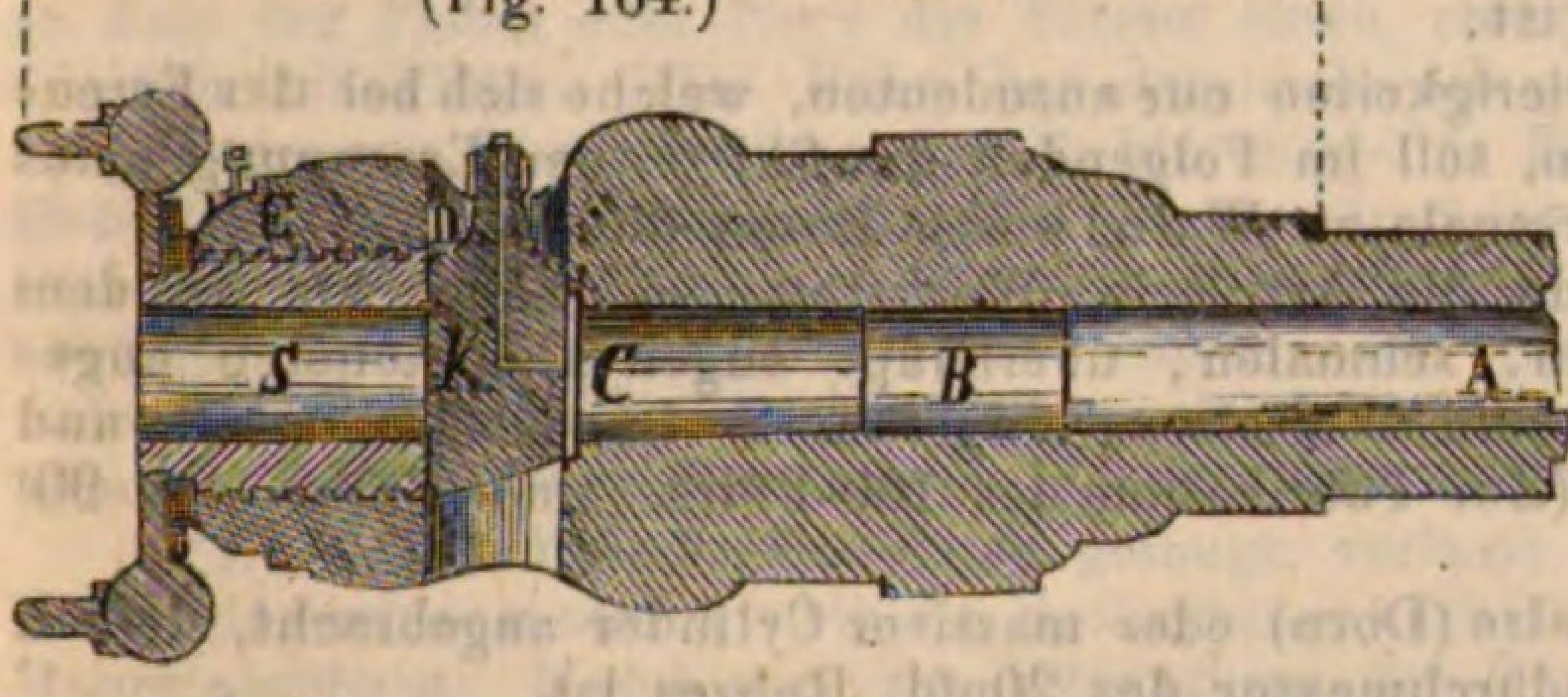
(Der englische Centner hat 90·7 Wiener Pfunde.)

Die Fig. 163 und 164 versinnlichen die obere Ansicht und den theilweisen Längenschnitt eines 100pfd. gezog. Hinterladungsrohres nach Armstrong'schem System.

(Fig. 163.)



(Fig. 164.)



Das Rohr ist in der Richtung seiner Achse ganz durchbohrt, am rückwärtigen Theile oben mit einer prismatischen Aushöhlung versehen. Die Bohrung hat den gezogenen Theil *A*, Fig. 164, das glatte Geschoss- und Patronenlager *B* und *C*, den zur Aufnahme des Verschlusskonus *K* dienenden Raum *CD*, und den mit Muttergewinden versehenen Theil *DE*.

Die Gestalt der Züge ist aus Fig. 69, §. 81, ersichtlich.

Die Verschlussvorrichtung besteht aus dem Verschlusskonus *K* und der hohlen Schraube *S*; an ersterem sind oben 2 Ringe und das Zündloch, an letzterer rückwärts ein Ring und doppelarmiger Hebel angebracht.

Um zu laden, wird die hohle Schraube *S* gelockert, dann der Verschlusskonus ausgehoben, das Geschoss und die Patrone durch die Höhlung der Schraube eingeführt, sodann der Verschlusskonus wieder angesetzt und die Schraube angezogen. Behufs des luftdichten Abschlusses der Bohrung wird beim 100-Pfd. ein Bodenspiegel aus Zinn von ähnlicher Form wie die Pressspahnböden der österreichischen Hinterladungsgeschütze gebraucht, alle andern Kaliber der Armstrong-Kanonen haben keinen Bodenspiegel, dafür jedoch am vordern Theile des Verschlusskonuses einen kupfernen Ring, der beim 100-Pfdr. mangelt.

Für das Richten auf kürzere Distanzen (bis 1200 Yards)*) dient ein gewöhnlicher in Zolle und Linien getheilter Geschützaufsatz. Für grössere Distanzen und um sehr genau zu richten, befindet sich am Rohrbodenstücke der Messingring *R*, Fig. 163, welcher rechts und links in einer Hülse einen Aufsatzstab trägt. Letzterer ist in Grade und Minuten eingetheilt, nach auf- und abwärts verschiebbar und mit einem im horizontalen Sinne beweglichen Absehen sammt Nonius versehen. Die Bewegung des Absehens geschieht durch ein Getriebe und eine Schraube ohne Ende. Die Visirkorne sind bei *V V*, Fig. 163. in das Rohr eingeschraubt. Der linksseitige Aufsatzstab wird als Reservestück betrachtet.

Trotz der theoretischen Begründung des Entsprechens der von Armstrong befolgten Methode der Rohr-Erzeugung wird in der Praxis das Urtheil über dieselbe doch wesentlich modificirt, denn obgleich die nach dieser Methode fabricirten eis. Geschützrohre dem Laien als wahre Meisterwerke der Eisenindustrie und Mechanik erscheinen, lohnen dieselben durch ihre Leistungen keineswegs den Kostenaufwand, und besitzen nicht jenen hohen Grad der Festigkeit und Verlässlichkeit, welche die für Maximaleffekte nöthigen grossen Pulverladungen und Geschosse fordern.

Es ist thatsächlich erwiesen, dass Armstrong'sche gezog. Geschütze schon bei den $^1/_8$ des Projektilgewichtes betragenden Pulverladungen geborsten sind, dass überhaupt solche Unfälle bei den Armstrong'schen Rohren

*) 5 Yards sind nahezu 6 Schritte.

nicht zu den Seltenheiten gehören. Es lässt sich daher auch nicht erwarten, und wird von der englischen Artillerie selbst zugegeben, dass diese Geschütze für Wirkungen gegen Eisenpanzer, welche 100- bis 120pfd. Langgeschosse und eine Pulverladung von $^1/_6$ bis $^1/_4$ des Projektilgewichtes bedingen, brauchbar seien, und für alle Fälle eine genügend ausdauernde Festigkeit bewähren. Die Ursache dieses Mangels liegt nach dem Urtheile von Fachmännern in der von Armstrong befolgten Erzeugungsweise, namentlich soll die vollkommene Schweissung der zu Rohren gewundenen Eisenbarren trotz der angewendeten grossen Sorgfalt zuweilen misslingen. Auch das Umgeben der Kernröhre mit den äusseren Röhrenstücken und Ringen ist eine Operation, deren präcise Ausführung zur Festigkeit des Rohres unbedingt nöthig, aber mit voller Sicherheit nicht immer zu erreichen ist.

Um die nicht geringen Schwierigkeiten nur anzudeuten, welche sich bei der Erzeugung der Armstrong-Rohre ergeben, soll im Folgenden die Skizze der Erzeugung eines 20pfd. Armstrong-Rohres im k. Arsenale zu Woolwich Raum finden.

Betreten wir zu diesem Ende die Artillerie - Werkstatt, so sehen wir an dem einen Ende der Halle einen langen, schmalen, überhaupt engen Flammenofen angebracht, in welchem Stäbe vom besten Walzeisen, ungefähr 2'' im Quadrat stark und 40' lang aneinander gelegt sind. (Zur Fabrikation des 100-Pfdrs. sind Stäbe von 90' Länge erforderlich.)

Vor diesem Ofen ist eine Walze (Dorn) oder massiver Cylinder angebracht, dessen Durchmesser gleich dem Bohrungsdurchmesser des 20pfd. Rohres ist.

Nachdem nun in dem Flammenofen ein Eisenstab von den erwähnten Dimensionen weissglühend oder schweisswarm geworden ist, wird derselbe durch eine Oeffnung in der Arbeitsthüre aus dem Ofen herausgezogen und langsam um den Dorn gewunden. Nachdem diese Arbeit mit dem ersten Stabe so genau als möglich ausgeführt wurde, wird der Dorn an seinem Ende aufgerichtet, und das Band, dem wir die Nummer 1 geben wollen, wird weggenommen.

In diesem Zustande, in welchem es die Form eines Korkziehers von drei Fuss Länge hat, wird es zu einem andern grossen Schweissofen geführt, in welchem es in zehn Minuten schweisswarm gemacht und alsdann aufrecht in einen eisernen Cylinder gestellt und den Stössen eines Dampfhammers unterworfen wird, der das Eisenband zusammenschweisst und es in einen Cylinder von 2' 6'' Länge verwandelt; drei solche Cylinder oder Röhren bilden die Kernröhre für eine 20pfd. Kanone.

Sobald diese Röhren vollendet sind, führt man sie in die Drehwerkstatt, wo sie im Innern ausgebohrt und äusserlich abgedreht werden und zwar bis auf $^1/_{10}$ Zoll ihres Durchmessers, so dass der geringste Riss, welcher in den Bandschweissen zurückgeblieben sein könnte, aufgefunden werden kann.

Sobald man erkannt hat, dass die Röhre fehlerfrei ist, gelangt sie von Neuem in die Schmiede. Zwei Röhren werden mit ihren Enden in den Flammenstrom eines Ofens gebracht, und nachdem sie die erforderliche Schweisshitze erlangt haben, werden sie mittelst einer eisernen, durch Menschenkräfte bewegten Ramme zusammengeschweisst. Drei von diesen auf die erwähnte Weise vereinigten Bändern bilden die oben erwähnte Kernröhre des Rohres.

Auf der Verbindung der ersten und zweiten Röhre, in der Nähe des Punktes, an welchem sich die Schildzapfen befinden sollen, bringt man hierauf ein zweites Band oder eine Röhre an, die ebenfalls aufgewickelt, geschweisst, abgedreht, kurz auf dieselbe Weise bearbeitet wird, wie die ersteren. Diese Röhre muss dunkelroth glühend gemacht werden, um sie auf die Kernröhre aufzuschieben.

Welche Genauigkeit der Erzeugung der einzelnen Röhren mit Bezug auf ihre Dimensionen gefordert wird, ist begreiflich wenn man weiss, dass der Unterschied, um welchen der äussere Durchmesser der Kern-Röhre grösser sein sollte, als der innere Durchmesser der äusseren Röhre 0·003'', d. i. nahe 0·5^{VI} beträgt. Ueber diese zweite Röhre wird nun in ähnlicher Weise ein drittes kürzeres Band gelegt — ein massiver Reif von Schmiedeisen — an welchem die Schildzapfen angebracht sind. Während sich die letzteren Bänder abkühlen und zusammenziehen, wird die Erhitzung im Innern des Geschützrohres durch Wasserröhren verhindert.

Das Geschützrohr ist nun bis auf das Bodenstück, oder den sogenannten Stoss der Kanone, vollendet.

Bei dem ersten, zweiten und dritten Bande sind die Stäbe des fadigen oder sehnigen Eisens der Quere nach um den Dorn gewickelt, um das Geschützrohr zu bilden; bei dem Bodenstück aber, welches die ganze Kraft der Explosion auszuhalten hat, würde eine solche Benutzung der Eisenstäbe nach der Ansicht des Erzeugers bei dem ersten Stosse nachgeben. Das Bodenstück wird daher aus verschiedenen Schmiedeisenstücken, welche keilförmige Formen wie Fasstauben haben, vorgerichtet, so, dass die fadige Textur des Eisens, welche bei dem Rohre, wie die Eisenstäbe selbst, die Höhlung umgibt, hier der Länge des Geschützes nach läuft. Alle diese Stücke werden unter dem Dampfhammer zu einer röhrenförmigen Masse zusammengeschweisst und vereinigt.

Es wird dieser Theil, wie die drei Bänder, die das Vorder- und Zapfenstück bilden, ebenfalls abgedreht und so bearbeitet, dass er nun das Bodenstück oder den Stoss des Geschützrohres formt.

Um dieses Stück werden nun zwei doppelte Bänder von Schmiedeisen gewickelt, so dass der Faden oder Nerv des Eisens einen rechten Winkel mit der fadigen Textur des Stückes bildet. Das Rohr hat demnach am rückwärtigen Theile eine dreifache Umgebung von Eisen, welche das Boden- und das Zapfenstück bilden und ist jetzt als Rohstück (Rohling) vollendet. In diesem Zustande wird es zu seiner eigentlichen Dimension abgedreht und den Messern übergeben, die mittelst eines Mikrometers von höchster Feinheit jeden Theil des Stückes mit mathematischer Genauigkeit messen.

Jeder Theil des Geschützes, welcher mehr als $^1/_{3000}$'' von seiner bestimmten Dimension abweicht, soll verworfen, zerschnitten und durch einen andern ersetzt werden.

Zu dieser Fabrikations-Stufe gelangt, verlässt das Geschütz zum ersten Male die Schmiedewerkstatt und wird in die Vollendungswerkstatt gebracht, in welcher Drehbänke, Bohrmaschinen, Maschinen zur Herstellung der Züge etc. etc. vorhanden sind. Hier wird das Rohr zuvörderst unter die Bohrmaschine gebracht. (Dieselbe hat die Einrichtung, dass sie senkrecht von oben nach unten vier Geschütze auf einmal auszubohren vermag.) Jedes Rohr wird zweimal gebohrt und jede Bohrung beansprucht sechs Stunden. Bei der ersten Bohrung wird das Rohr bis auf $^1/_{100}$'' von seinem wirklichen Durchmesser ausgebohrt, während es bei der zweiten vollendet wird. Sobald die Bohrung bis zur Grenze einer halben Haardicke als richtig anerkannt worden ist, beginnt sofort die Anfertigung der Züge.

Diese letzte Arbeit ist einfach: das Rohr wird horizontal gelagert und die 44 Züge werden einer nach dem andern in einem Zeitraume von 5 Stunden auf die Tiefe von $^1/_8$'' so eingeschnitten, dass ihr Umgang im Rohre einer Dralllänge von 132' entspricht.

Das Bohren des Querloches für den Verschluss geschieht mit der grössten Genauigkeit. Ist diese Arbeit vollendet, so werden im Bodenstücke des Rohres die Schraubengewinde für die Hohlschraube (*S*, Fig. 164) eingeschnitten und die weiteren kleineren Arbeiten im Querloche (*D*) für das Einführen und Ausheben des Querriegels (*K*, Fig. 164), sowie den Verschluss überhaupt ausgeführt.

Die Erzeugung der Hohlcshraube, besonders jedoch des Querriegels (Obturator-vent-picot), welch' letzterer von Stahl und verkupfert ist, geschieht mit minutiöser Genauigkeit und der subtilsten Ausführung der Arbeit.

Die Genauigkeit der Adjustirung des Obturators, so dass jedes Entweichen von Gasen vermieden wird, ist eine Bedingung, auf welcher fast die ganze Wirksamkeit des Geschützes beruht. Diese Adjustirung ist zu einem Grade von Genauigkeit gebracht, welcher überflüssig erschiene, wenn man seine ganze Wichtigkeit nicht kennen würde.

Alle Obturatoren sind in der Form gleich, während Dimensionen und Gewichte für jeden Geschütz-Kaliber abweichen. Es kann demnach ein Obturator für 20- oder 40-Pfdr. für alle Kanonen desselben Kalibers benützt werden. Die Genauigkeit des kupfernen Ringes, welcher den Obturator umgibt und der auf das Ende der Rohr-Bohrung passt, ist ebenfalls ein sehr wichtiger Gegenstand. Ein kleiner Dampfhammer ist fortwährend mit der Fabrikation dieser Ringe beschäftigt.

Das auf diese Weise mit seiner Verschluss-Einrichtung adjustirte Geschütz ist nun fertig. Es braucht nur noch mit seinem Korn und Diopter versehen zu werden und jene dunkle Färbung zu erhalten, die man ihm gibt, und wodurch die Bänder gefällig hervortreten. Die letztere Arbeit wird dadurch bewirkt, dass man das Metall mit einem Gemisch von Kalkwasser und Säuren bestreicht, und dann das Rohr in einen mässig erwärmten Ofen bringt, um die Oxydation zu bewirken.

Die Anbringung der Korne am Vordertheile und Bodenstücke des Rohres, beziehungsweise des Messingringes mit der Hülse und dem Aufsatzstab (*R*, Fig. 163), so wie der Visirkorne (*V*, *V*) nächst den Schildzapfen, ist wegen der bedeutenden Trag-

weite der Geschütze eine sehr delikate und wichtige Arbeit, welche mit dem grössten Aufwande von Genauigkeit ausgeführt wird.

Das Diopter des Aufsatzes ist mit solcher Sorgfalt eingerichtet und gebohrt, dass der kleinste Gegenstand selbst in grosser Entfernung gut wahrgenommen werden kann.

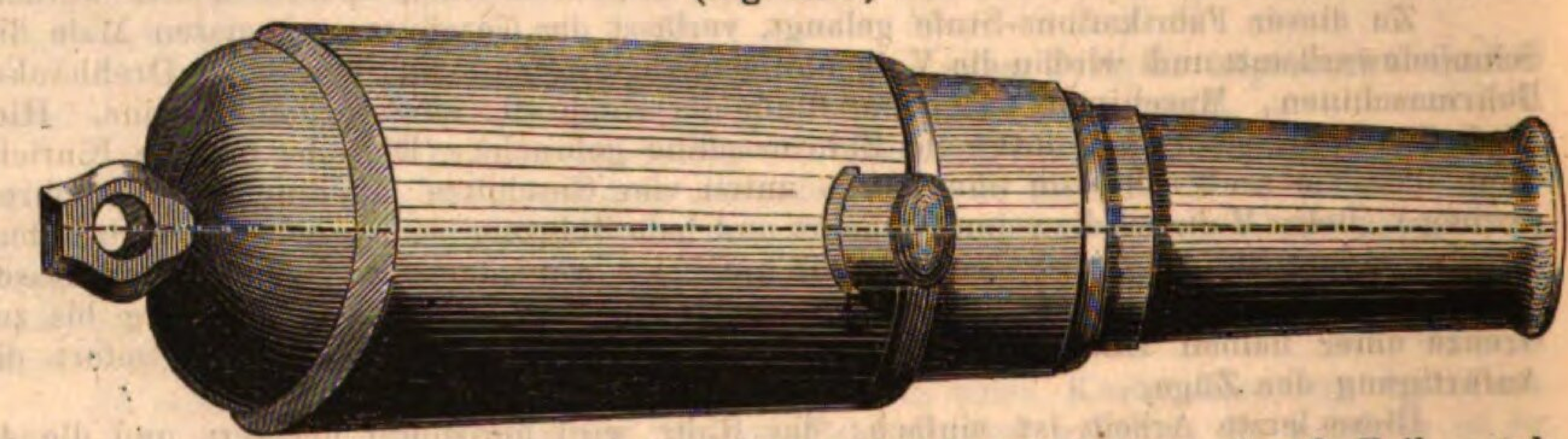
Erzeugung der Rohre nach Blackely.

§. 207. Die Erzeugung der Rohre nach Blackely erfolgt in ähnlicher Weise wie jene Armstrong's. Die Unterschiede in beiden Erzeugungsarten sind im Nachfolgenden berührt.

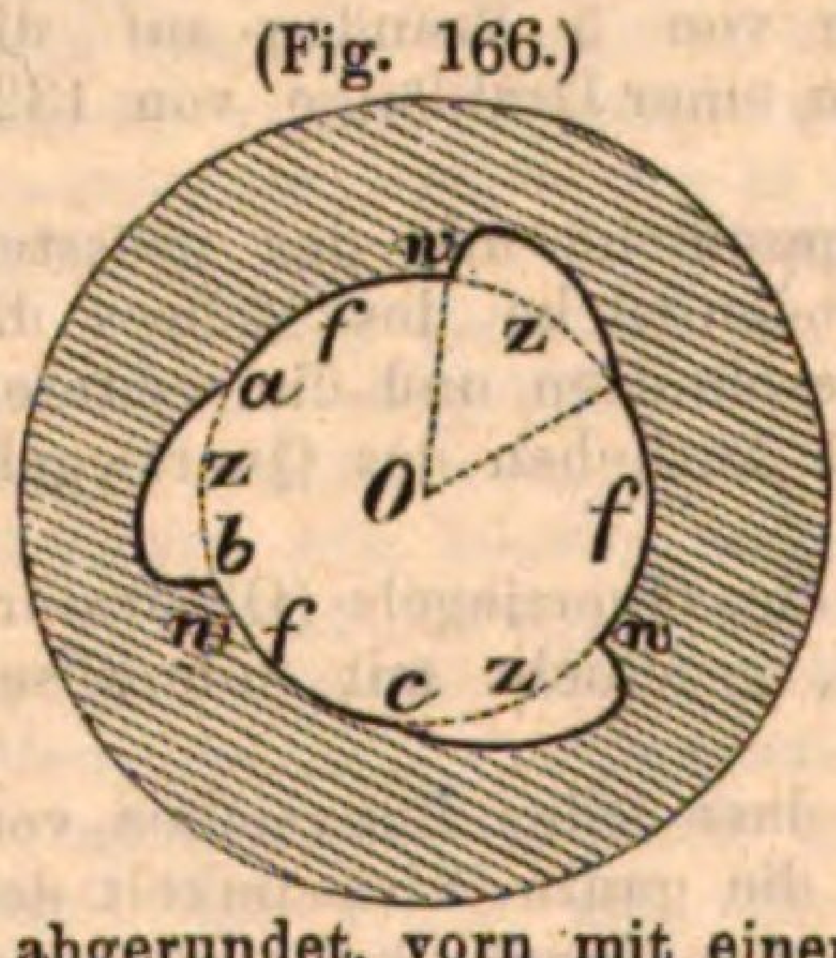
Die Rohre des genannten k. grossbritannischen Artillerie-Kapitäns haben bis nun zu keine grössere praktische Anwendung gefunden. Wir geben daher im Nachstehenden einige Daten über ein von Blackely 1862 zu London exhibirtes Geschützrohr zur Orientirung über die Einrichtung seiner Rohre und ihrer Konstruktion.

Das 200pfd. gezog. Schiffskanonenrohr ist aus Eisen gegossen, von den Schildzapfen bis zum rückwärtigen Ende mit schmiedeisernen Ringen umgeben, bei 12′ lang und hat äusserlich die in Fig. 165 abgebildete Gestalt.

(Fig. 165.)



(Fig. 166.)



Die Eisenstärke beträgt vorn 5—6 Zoll, rückwärts bei 12 Zoll.

Die Bohrung hat einen Durchmesser von nahezu 8 Zoll, ist mit 3 Zügen in sanfter Spirale und ebenso vielen Feldern versehen. Die Form der Züge ist aus Fig. 166 ersichtlich. Die Züge sind mit *z*, die Felder mit *f* bezeichnet. Bei ersteren beträgt die Höhe der Wand *w* $2\frac{1}{2}$ Linien; die Felder *b c* haben mit den Zügen *a b* eine gleiche Breite.

Die zugehörigen hohlen gusseisernen Langgeschosse sind 16 Zoll oder 2 Kaliber lang, an beiden Enden sphärisch abgerundet, vorn mit einem Mundloche, am mittleren Theile mit 3 keilförmig gestalteten Leisten, welche die dem Drall der Züge entsprechende sanfte Neigung besitzen, versehen. Die Geschosse haben keinen Mantel, ihre Leisten verlaufen sich allmälig gegen die sphärischen Ende des Projektils, sind bei 7 Zoll lang, wenig über 2 Linien hoch und werden gleich beim Gusse des Geschosses mit erzeugt.

Ueber die Wirksamkeit, den Gebrauch und die Festigkeit dieses Geschützrohres waren keine Daten angegeben.

Indem der in Rede stehenden Fabrikationsweise von Blackely und Armstrong noch immer eine grosse Zukunft vorbehalten zu sein scheint, geben wir zu ihrer näheren Würdigung nachfolgend einen kurzen Auszug aus der darauf Bezug nehmenden Abhandlung, welche Kapitän Blackely in dem Journal Of the United Service Institution 1859, vol. III, Nro. IX, veröffentlicht hat.

Kapitän Blackely führt in dieser Abhandlung die nachstehenden 4 Sätze an.

1. Jede von innen gepresste Röhre muss sich ausdehnen; —

2. dieselbe wird durch das Ausdehnen dünner; —

3. indem die Wände der Röhre hiebei dünner werden, müssen auch die äusseren Theile derselben, besonders bei einer dicken Röhre, wie bei einem Geschützrohre, weniger ausgedehnt werden, daher auch eine geringere Spannung, als die inneren Theile, erleiden; denn nimmt man an, dass erstere eben so stark als letztere ausgedehnt würden, so müssten auch die Wände absolut dicker werden und die Masse des Materials grösser als ursprünglich sein; —

4. eine Röhre, bei welcher die äusseren Partien weniger als die inneren gespannt werden, ist von geringerem Widerstands-Vermögen, als wenn alle Theile gleichmässig ausgedehnt werden könnten. Die in den §§. 171—173 niedergeschriebenen Bemerkungen beleuchten diese 4 Sätze in genügender Weise und bestätigen dieselben auch theilweise.

Die Methode der Geschütz-Erzeugung, welche Kapitän Blackely, um der im Punkte 4 angedeuteten gleichförmigen Ausdehnung aller Theile des Rohres möglichst zu genügen, vorschlägt, ist:

„Jene Theile der Geschützrohre, welche grosse Festigkeit erfordern, aus koncentrischen Röhren zu bilden, deren jede nur so viel kleiner zu halten ist, dass es einiger Kraft bedarf, um sie über die nächst innere Röhre schieben zu können. Den Unterschied der Röhren-Durchmesser so zu bestimmen, dass jede der übereinander geschobenen Röhren bei einer gewissen Grösse des Druckes gleichmässig ausgedehnt wird, oder auch, dass der Aussentheil (welcher, wenn er gebrochen ist, leicht durch einen andern ersetzt werden kann), am meisten gestreckt werde. Einer dieser Cylinder muss die ganze Länge des Geschützrohres haben, und die andern können den Umständen entsprechend lang gemacht werden.“ Kapitän Blackely sagt weiter:

„Man sagte mir, dass die Einführung von Stahl als Geschützmaterie meine Erfindung unnöthig mache. Ich bin aber dessen ungeachtet geneigt zu glauben, dass, je kostspieliger das hiezu verwendete Metall ist, desto weniger wird man sich herbeilassen, grosse Summen für die Verwendung desselben in einer solchen Weise auszugeben, in welcher es nur den 8. Theil seiner Widerstandsfähigkeit ausüben kann, besonders, da viel mehr Geschicklichkeit und auch kostspieligere Maschinen erforderlich sind, um Geschützrohre in einer einzigen grossen Masse herzustellen, von welcher ein bedeutender Theil nutzlos ist, als um sie aus mehreren Theilen so zu erzeugen, dass jeder derselben nahezu denjenigen Widerstand leistet, dessen er fähig ist. Ich muss hier erwähnen, dass ich aus dem Werke — „Bericht der Versuche über Geschützmetalle“ (herausgegeben in Amerika 1857) ersehen habe, dass ich nicht der Erste bin, welcher ein Abhilfsmittel für die ungleichmässige Ausdehnung der Theile eines Geschützrohres vorschlug. Im J. 1851 machte Rodman, Lieutenant der Artillerie der Vereinigten Staaten, zu diesem Zwecke den Vorschlag, hohle Geschützrohre zu giessen, und dieselben von innen zu kühlen. (Siehe §. 198.)

Am 30. Juli desselben Jahres wurde auf seinen Antrag ein 8zölliges Geschützrohr über einen aus einer gusseisernen Röhre gebildeten Kern — also hohl — gegossen. Durch diese Röhre wurde ein Wasserstrom so lange in Cirkulation erhalten, bis das Geschützrohr erkaltet war. Durch dieses Mittel machte Rodman die Innenseite zuerst erstarren. Die ihr zunächst liegende Schichte verdichtete sich demnach bei einer höheren Temperatur, als jene der äussersten Innenseite, welche nur eine kurze Zeit zum Abkühlen und Zusammenziehen gehabt hat. Wäre die Aussenseite des Geschützrohres so lange flüssig erhalten worden, bis der übrige Theil desselben sich nach und nach abgekühlt hätte, indem alle Wärme durch den Kern allein entströmt wäre, so würde das Geschützrohr ohne Zweifel der durch die Theorie geforderten Bedingung sehr nahe gekommen sein, so weit sie die Ausdehnung der äusseren Theile betrifft. Wie dem auch sei, so war doch dieses Rohr haltbarer, als ein anderes zu gleicher Zeit von derselben Grösse und gleichem Metall massiv gegossenes. Nicht allein kam damals Lieutenant Rodman mit der Idee den Uebelstand der ungleichen Ausdehnung bei Geschützrohren zu beheben mir zuvor, sondern er schlug auch hiefür ein wahrhaft gutes Abhilfsmittel vor. Ich glaube übrigens, dass mein Abhilfsmittel besser, billiger und geeigneter, vorzüglich bei sehr schweren Geschützrohren, ist, als das von Rodman angegebene; doch muss ich mich bezüglich der Entdeckung und Anwendung des in Rede stehenden Principes der Geschützerzeugung mit dem zweiten Platze begnügen.

Sicher gibt mein Vorschlag einen wesentlichen Vortheil. Ich kann, um den grösseren Theil des geforderten Widerstandes zu erhalten, ein viel zäheres Metall als das Gusseisen gebrauchen, und letzteres blos für das Innere des Rohres, wozu es so gut geeignet ist, verwenden, daher so die Härte und Unbiegsamkeit des Gusseisens, wie die absolute Festigkeit des dichtesten Stahles am besten verwerthen. Selbst Draht, als

die stärkste Form von Eisen oder Stahl, kann in gewissen Fällen vortheilhafte Anwendung finden.

Die Ersparnisse am Gewicht und Umfange der Geschützrohre, sowie an Auslagen für deren Transport würden sehr gross sein. Doch ist dies meiner Ansicht nach nur ein sehr untergeordneter Gegenstand im Vergleich zu dem Vortheile, dass man durch die Ausführung meines Vorschlages in die Lage gesetzt wird, Geschützrohre von solcher Grösse und Ausdauer zu erzeugen, wie dies bis jetzt nicht möglich war, und bei Anwendung von was immer für Mitteln unmöglich bleiben wird, wenn diese nicht so beschaffen sind, um jedem Theile des Rohres die gehörige Widerstandsfähigkeit zu sichern." Kapitän Blackely fährt fort: — „Als ich mein Patent für Geschütze (im Februar 1855) erhalten hatte, nahm Herr James Longridge das seinige für die Erzeugung von, auf demselben Principe beruhenden, hydraulischen Pressen. (Röhren mit Drahtumwindungen.)

Zur Erprobung des Principes gebrauchte er kleine messingene gegossene Cylinder von 1 (0·9642) Zoll im Durchmesser und 0·1 (0·0964) Zoll Dicke. Um diese wickelte er Stahldraht mit einer solchen Spannung, dass jede Windung Theil am Widerstande nahm.

Jeder dieser Cylinder fasste 300 (266·5958) Gran des stärksten Jagdpulvers. Diese Röhren wurden mit einer bestimmten Quantität Geschützpulver geladen, und auf jeder Seite eine kupferne Kugel, die mit Ausnahme der Freilassung eines Zündloches, genau so gross als die Bohrung des Cylinders war, vorgelegt. Das Ganze wurde dann mittelst eines schmiedeisernen Bandes von $2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ (2·4106 × 1·4463) Zoll Querschnitt gut zusammengebunden, so dass die Kugeln unverrückbar in dieser Lage verbleiben mussten. Hierauf wurde die Ladung entzündet.

Aus den Resultaten des Versuches war zu ersehen, dass ein und derselbe Cylinder, wenn er nicht durch Drahtumwindungen eine Verstärkung erhielt, schon bei 50 (43·3350) Gran Ladung ausgebaucht wurde und bei 90 (79·9830) Gran zersprang; dagegen brachte selbst die Ladung von 200 (177·7400) Gran denselben nicht zum Sprengen, wenn er durch 4 Lagen Drahtumwicklungen, jede von nur $\frac{1}{33}$ (0·029219) Zoll Dicke verstärkt wurde. Die ursprüngliche Spannung jeder Drahtumwindung war so bemessen, dass jede bei der grössten Ladung des Cylinders gleich stark gespannt wurde. Aus diesem Grunde hatte die erste Lage der Umwindungen nur eine geringe, die folgende eine grössere und die dritte eine noch grössere Spannung u. s. w. Herr Longridge versuchte hierauf gusseiserne Cylinder von 1 (0·9642) Zoll Durchmesser und $\frac{1}{10}$ (0·0964) Zoll Dicke, die aber an einem Ende geschlossen waren. Das andere Ende wurde ebenso wie bei den messingenen Röhren hergestellt. Dieselben fassten 305 (271·0535) Gran Pulver. Sie erhielten noch Umwindungen von Eisendraht, um einen vermehrten Widerstand zu erzielen.

Um zu finden, dass die grosse Ausdauer, welche diese Cylinder bei einem Schiessversuche zeigten, nicht dem Materiale, sondern nur der Art und Weise der Verwendung desselben, damit nämlich jeder Theil seinen vollen Widerstand leiste, zugeschrieben werden müsse, machte Herr Longridge aus einem Stück Schmiedeisen einen Cylinder, welcher in der Grösse der Bohrung dem frühern gleich war, aber die 20 Mal grössere Metalldicke hatte. Dieser zersprang bei der Ladung von 100 (88·8700) Gran.

Herr Longridge erzeugte nun zunächst einen 3-Pfdr., der aus einer kupfernen Röhre, die mit Drahtumwindungen versehen war, bestand. Man war willens das Schiessen mit demselben so vorzunehmen, dass man das Bodenstück gegen irgend einen Widerstand stemmte; aber zu Woolwich änderte man den Versuch in der Art ab, dass das Mündungsstück in einem Stück Holz befestiget wurde; in Folge dessen sprang auch der Stossboden beim Schiessen ab. Um noch ferner den Widerstand dieses Cylinders zu erproben, lud ihn Herr Longridge, grub denselben fest in die Erde zwischen 2 festeingesetzte Ständer ein und liess abfeuern. Der Cylinder zeigte eine grosse Stärke. Herr Longridge verfertigte dann ein Geschützrohr aus einem dünnen Cylinder von Gusseisen, der durch Drahtumwicklungen verstärkt wurde. Es wog nur 3 (2·4299) Ctr. und schoss doch eine 9pfd. Kugel auf 1500 Yards (1808 Schritte).

Vergangenes Jahr (1858) zeigte ich hier, mit seiner Erlaubniss, eine von ihm gemachte 6 (5·7854) zöllige hydraulische Presse, welche aus einer gusseisernen Röhre von $\frac{3}{4}$ (0·7232) Zoll Dicke bestand, die noch durch den Draht, bis zur Dicke von $\frac{1}{2}$ (0·4821) Zoll nach einer sorgfältigen Berechnung der Zunahme in der Spannung der Windungen, umwickelt wurde. Die Presse wurde einem Herrn nach Glasgow zum Versuche gesendet, welcher berichtet, dass sie einen Druck von mehr als 17 Tonnen (30843 Pfd.) per Quadratzoll (also 33174 Pfd. auf den österr. Quadratzoll) ausgehalten habe. Ein Viertel dieses Druckes würde die meisten gusseisernen Cylinder von der dreifachen Dicke gesprengt haben.

Oberst Treuille de Beaulieu, ein ausgezeichneter französischer Artillerie-Officier und Mitglied des Artillerie-Komité von Frankreich, hatte einen französ. 30-Pfdr., vom Stossboden bis nahe zu den Schildzapfen, cylindrisch abdrehen und über diesen Theil stählerne und genau gebohrte Ringe ziehen lassen. Beim ersten Anblick sieht dieser Vorgang dem meinigen sehr ähnlich; aber ich bedaure sagen zu müssen, dass ich mich mit des Obersten Treuille's Konstruktions-Methode nicht ganz einverstanden erklären kann. Der Meinungs-Unterschied zwischen dem Oberst Treuille und mir beruht nur in dem Grade des ungleichen Verhältnisses zwischen der nutzbringenden Wirkung der Innen- und der Aussenseite. Er glaubt, dass bei dem von ihm konstruirten 32-Pfdr. die Aussenseite des gusseisernen Theiles, der bei 50 (48·2114) Zolle zum Umfange hat, $^2/_5$ so viel Widerstand ausüben könnte, als die Innenseite, die bei 20 (19·2845) Zoll Umfang hat, indem die Verminderung des Widerstandes im direkten Verhältnisse der Durchmesser erfolge.

Ich aber glaube, dass diese Abnahme selbst in noch grösserem Verhältnisse als im Quadrat der Durchmesser geschehe, also im obigen Falle noch weniger als $^4/_{25}$ statt $^2/_5$ betrage.

Diese Frage, indem sie über die Nothwendigkeit des Aufgebens der jetzigen Methode der Geschütz-Erzeugung durch den Guss entscheidet, ist von der grössten Wichtigkeit."

Kapitän Blackely wirft schliesslich die Frage auf: — „Wie erhält denn Herr Armstrong Kraft, Richtigkeit, vermehrte Geschwindigkeit und besonders grosse Tragweite bei einer Spannung, die viel grösser als jene ist, welche die Geschützrohre des Herrn Whitworth zerstörte?"

(Seit jener Frage Blackely's hat Whitworth seine Rohr-Erzeugung so vervollkommt, dass sie von vielen für weit vorzüglicher als jene Armstrongs angesehen wird.)

„Wie kann er Gebrauch von einem so grossen Druck machen, der seinen Geschossen eine solche Geschwindigkeit gibt, dass, da seine Züge nur halb so steil, als jene von Herrn Whitworth sind, diese Geschwindigkeit gross genug ist, um die Genauigkeit des Geschoss-Fluges zu sichern?

Ich will auf diese Frage damit antworten, dass ich die Worte anführe, mit welcher Herr Younghusband, Kapitän der britischen Artillerie, dem königl. Artillerie-Institute, im April 1856 die Erzeugung der Armstrong-Kanonen beschreibt.

Ein Kern oder ein innerer Theil des Geschützrohres wurde aus Gussstahl hergestellt. Diesem wurde die noch nothwendige Verstärkung dadurch gegeben, dass man denselben mit gedrehten Cylindern von Schmiedeisen, ähnlich wie bei der Erzeugung der Gewehrläufe, umspann und dieselben — durch den gewöhnlichen Vorgang der Abkühlung, nach vorhergegangener Ausdehnung durch Hitze — über den Kern fest zusammenziehen liess, auf diese Art sind dann alle Theile in jenem Zustande anfänglicher Spannung, die nothwendig ist, damit dieselben beim Schusse ihren ganzen Widerstand zur Ausübung bringen.

In dieser anfänglichen Spannung der Aussenseite der Geschützrohre liegt der Unterschied zwischen des Herrn Whitworth's Misslingen und Herrn Armstrong's grossem Erfolge. Diese anfängliche Spannung der äussern Theile ist es auch, die ich durch mehr als 4 Jahre empfohlen habe, da sie nicht allein vortheilhaft, sondern auch dort absolut nothwendig ist, wo ein grosser Widerstand gefordert wird."

In praktischer Beziehung sind die Bemühungen von Kapt. Blackely von keinen besonderen Resultaten begleitet gewesen; obwohl beispielsweise die von ihm 1862 in Londen exhibirten Rohre (ein 200pf. — 8zöllig. — gezog. Schiffskanonenrohr, aus Eisen gegossen und von den Schildzapfen bis zum rückwärtigen Ende mit schmiedeisernen Ringen umgeben, 12′ lang; — eine $2^3/_4$zöllig. gezog. Feldkanone, $6^1/_2$′ lang, die Schildzapfen mittelst eines Ringes am Rohre befestigt; — ein $3^1/_2$zöllig. gezog. Schiffskanonenrohr, 6′ lang, aus Schmiedeisen erzeugt) viel Empfehlenswerthes haben. Doch sind die theoretischen Bemühungen des genannten Artillerie-Kapitäns von allen Artillerien und Fachmännern gewürdigt worden.

Die oben angegebenen Geschützrohre sind nach dem von dem Erzeuger später empfohlenen und angewendeten Verfahren (welches uns auch entsprechender erscheint als Armstrongs Methode) erzeugt, nach

welchem sämmtliche Röhren schwach konisch gestaltet sind und durch kräftige hydraulische Pressen so weit über einander geschoben werden, als es nothwendig ist, um den erwünschten Grad der Wechselwirkung von Pressung und Spannung (d. i. den berechneten Lagerungszustand der Metalltheile von der Innen- gegen die Aussenwand der Rohroberfläche) hervorzurufen. Hiezu bedarf es keiner Erwärmung der aufzuschiebenden Röhren, und es ist dabei doch — wie man sagt — möglich, mit grosser Genauigkeit zu arbeiten, und der Theorie der künstlichen Metallkonstruktion (Siehe §§. 171—173) in soweit zu entsprechen, als es die Eigenthümlichkeit der Reif- oder Röhrenkonstruktion überhaupt gestattet.

Erzeugung der Rohre nach Longridge, Clay und Anderen.

§. 208. Die Erzeugung der Geschützrohre Longridge's ist nach den im vorigen Paragraph von Kapt. Blackely gemachten Bemerkungen von selbst verständlich. Sie besteht darin, dass fester Eisendraht von $^1/_{16}$—$^1/_8$'' Dicke zuerst auf eine Trommel gewunden wird, deren Achse parallel zur Achse der in einer Drehbank eingespannten Bohrungsröhre liegt, und dass man beim Abwickeln des Drahtes von der Trommel und Aufwickeln desselben auf die Bohrungsröhre, ein dem Prony'schen Dynamometer ähnliches Bremswerk auf die Achse der Trommel in einem succesive verstärkten Masse derart wirken lässt, dass jede Drahtschichte von innen nach aussen in den der Theorie der künstlichen Metallkonstruktion (Siehe §§. 171—173) entsprechenden Spannungszustand versetzt wird.

Die Drahtenden werden nach schiefer Richtung gegen einwärts zu bis in die Bohrungsröhre gesteckt und fest verkeilt. Der Stossboden des Rohres wird ebenfalls durch Drahtumwindungen verstärkt und an das Bodenstück desselben befestiget. Die äussere Drahtumhüllung des Rohres wird durch eine Verlöthung oder einen Mantel vor Beschädigungen geschützt.

Eine praktische Anwendung haben bis nun zu Longridge-Rohre nicht gefunden.

§. 209. Der von mehreren englischen Industriellen betretene Weg, Geschützrohre im Gewichte selbst mehrerer hundert Centner durch Zusammenschweissen vieler kleiner Schmiedeisen- oder Gerbstahlblöcke entweder massiv oder über einen Dorn zu erzeugen, verdient zwar wegen der Grossartigkeit der hiezu nöthigen Mittel und Kräfte Anerkennung, doch ist diese Fabrikationsweise sehr primitiv und dabei auch mangelhaft, denn eine in allen Theilen der Rohrmasse vollkommen durchgeführte Schweissung und gleiche Beschaffenheit der Materie ist voraussichtlich nicht zu erwarten.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass Monstre-Geschütze, welche die Mersey-Gesellschaft zu Liverpool (Clay) auf vorerwähnte Weise mit einem ungeheueren Aufwande von Arbeitskraft und Brennmateriale erzeugte, schon nach wenigen Schüssen in Folge entstandener Risse und geöffneter Schweissnähte des Berstens verdächtig oder unbrauchbar wurden. Diese Resultate vereint mit dem Kostenpunkte empfehlen keinesfalls eine Nachahmung.

Die Rohrerzeugung nach Pearson und Treadwell, bei welcher in die Aussenfläche der über einander aufzuziehenden Röhren Schraubengänge und in die Innenfläche derselben entsprechende Muttergewinde von

etwa $^3/_4$ bis 1‴ Tiefe eingeschnitten werden, hat sich bis nun zu in ihrer praktischen Anwendung nur wenig entsprechend gezeigt.

Nach vorläufiger Erwärmung der äusseren Röhren kann man diese ohne Schwierigkeit auf die inneren aufschrauben, worauf — nach stattgefundener Erkaltung, in Folge der eintretenden Zusammenziehung — eine sehr innige Verbindung beider Röhren und, wie man angibt, der weitere Vortheil erzielt wird, dass man im Falle der Beschädigung irgend einer Röhre, oder auch der Bohrung, nach vorausgegangener Erwärmung der äusseren Röhren, diese wieder abschrauben kann, um den beschädigten Theil zu repariren, oder durch einen anderen zu ersetzen.

§. 210. Das Umgeben gusseiserner Rohre mit Ringen von Schmiedeisen, Gerb- oder Gussstahl (Siehe §. 175) ist nicht blos seit längerer Zeit (besonders seit der Einführung gezogener Geschütze) in mehreren Artillerien, wie z. B. in der belgischen, russischen, italienischen, holländischen etc. versucht, sondern auch in einigen Staaten, wie in Frankreich (nach Oberst Treuille's Angaben), in England (nach Whitworth u. A.), in Amerika (nach Parrott's Methode), in Spanien u. s. w. als officielle Massregel eingeführt worden. Man hatte hiebei hauptsächlich den Zweck, die zweifelhafte Festigkeit älterer glatter gusseiserner Geschützrohre so zu erhöhen, dass diese Rohre auch in gezogenem Zustande mit Verlässlichkeit gebraucht werden können.

Im Ganzen sind die bis jetzt erhaltenen Resultate günstig gewesen, doch wurde die Experimentirung nicht bis zu jener Grenze ausgedehnt, welche durch die gegen Eisenpanzer zu leistenden Effekte bedingt wird. Die Procedur ist mit verhältnissmässig geringen Kosten verbunden, und scheint zwar einfach, fordert aber dennoch viel Erfahrung und Präcision. Auch können, wie bei den Armstrong'schen Rohren im §. 206 erwähnt wurde, bezüglich des genauen Anschlusses und der Spannung der Verstärkungs-Ringe Fehler eintreten, welche sich der rechtzeitigen Beobachtung entziehen und die Festigkeit des Rohres sehr beeinträchtigen. Im Allgemeinen wird das gusseiserne Rohr zu diesem Zwecke an den die grösste Widerstandsfähigkeit benöthigenden Stellen, d. i. von den Schildzapfen bis an das rückwärtige Ende um ein bestimmtes Mass — 1 bis 2″ — cylindrisch abgedreht; die Ringe erhalten in der Dicke die eben genannten Dimensionen, sind 2—3″ breit, im Lichtendurchmesser etwas kleiner als das zu umgebende Rohr, und werden im dunkelglühenden Zustande auf letzteres gebracht. Beim Abkühlen ziehen sich die Ringe zusammen, und umschliessen hiedurch das Rohr mit einer gewissen Spannung. Die Festigkeit — Widerstandsfähigkeit — gusseiserner Rohre soll durch das Umgeben mit schmiedeisernen Ringen bedeutend erhöht werden, obwohl kaum in jenem Grade, welchen man vom theoretischen Gesichtspunkte betrachtet, erreichen sollte. Es ist übrigens einleuchtend, dass der innere Durchmesser der anzulegenden Ringe und deren Temperatur im experimentalen Wege auf das Genaueste ermittelt, dass überhaupt alle Theile der Operation mit dem grössten Aufwande von Genauigkeit durchgeführt werden müssen, um sich des Gelingens zu versichern.

In Oesterreich wurden ähnliche Versuche nicht ausgeführt, weil daselbst die gusseisernen Rohre des Batteriegeschützes allen bis jetzt an sie gestellten Forderungen entsprochen haben; was jedoch nicht ausschliesst, dass diese Verstärkung der Rohre grossen Kalibers in der Folge in Er-

wägung gezogen wird. Im Uebrigen verweisen wir auf die im §. 175 niedergeschriebenen Bemerkungen über diesen Gegenstand.

Erzeugung der Rohre in Oesterreich.

§. 211. Gehen wir nun speciell auf die in Oesterreich in Anwendung stehende Erzeugung der Geschützrohre über.

Dieselbe zerfällt im Allgemeinen:

α. In die Erzeugung der Formen.

β. In das Giessen der Rohre.

γ. In das Bohren und Abdrehen und die damit in Verbindung stehenden Arbeiten.

δ. In das Verschrauben des Zündloches.

ε. In das Ziehen der Bohrung.

μ. In die vollständige Ausfertigung des Rohres.

Bei Hinterladungsrohren schliesst sich an die letzteren Arbeiten auch noch

ρ. Das Bohren des Querloches und die Erzeugung der Verschlussvorrichtung an.

α. Erzeugung der Formen für den Guss der Geschützrohre.

§. 212. Als Materiale zur Herstellung der Formen, d. i. zur Umschliessung oder Begrenzung der hohlen Räume, in welche die Geschützbronze oder das Eisen gegossen wird, hat man Sand, Thon (Lehm) oder ein Gemenge beider als das tauglichste gefunden.

Nach dem in Anwendung kommenden Materiale und der dadurch bedingten Art der Förmerei unterscheidet man:

1. die magere — oder kurzweg — die Sandförmerei;
2. die fette Sand- oder Massenförmerei; und
3. die Lehmförmerei.

Die Erzeugung der Formen ist eine der wesentlichsten und wichtigsten Arbeiten beim Giessen der Rohre.

Für konstant zu erzeugende Geschützrohre ist in Oesterreich die Massenförmerei; — für Versuchsgeschütze oder neue Konstruktionen die Lehmförmerei; endlich für den Munitionsguss etc. die Sandförmerei in Anwendung.

Für den Guss eiserner Geschützrohre werden die Lehmformen gar nicht mehr verwendet, weil sie wegen der zu langsamen Abkühlung in den untern Rohrpartien leicht Gussgruben veranlassen und auch Rohre von geringer Festigkeit liefern.

Sollen daher Geschützrohre von neuer Konstruktion gegossen werden, wofür weder Modelle noch Formflaschen vorhanden sind, noch wegen der geringen Anzahl der benöthigten Rohre neu erzeugt werden können, so wird hiefür die nächst zustimmende Garnitur Formflaschen ausgewählt und wenn nöthig, durch Hinzufügen einzelner neu erzeugter Theile dem Zwecke entsprechend angepasst, das Modell aber in Holz, Gyps oder Lehm erzeugt und in die vorbereitete Formflasche im Sinne der Massenförmerei eingeformt.

Damit die Formen für den Guss tauglich sind, so müssen sie:

1. genau nach dem Modelle erzeugt und innen möglichst rein ausgearbeitet sein;

2. die nöthige Festigkeit besitzen, um dem Drucke des flüssigen Metalles zu widerstehen;

3. trocken und gut ausgebrannt sein, damit nicht die in Dämpfe verwandelte Feuchtigkeit und die aus dem Formmateriale entbundenen Gase in das Metall dringen und in demselben Blasen und Poren verursachen, oder durch das flüssige Metall einen Ausweg nehmen und dasselbe herumschleudern;

4. an den Zusammenfügungen mehrerer Theile genau aufeinander passen, damit nicht daselbst das Metall durchdringe oder Gussnähte bilde;

5. wenn sie ganz geschlossen sind, nebst dem Eingussloche noch ein oder mehrere Oeffnungen haben, damit die durch das flüssige Metall verdrängte Luft entweichen kann; endlich

6. für den an dem Kopfe des Rohres herzustellenden Anguss (verlorner Kopf oder Masselot) und für den bei Vorderladungsrohren an der Traube, bei Hinterladungsrohren unmittelbar am Bodenstücke anzubringenden Spann-, Bohr- oder Traubenzapfen verlängert werden.

Formmateriale.

§. 213. Wir sagten schon im vorigen Paragraphe, dass das tauglichste Formmateriale mit Bezug auf die Hauptbestandtheile: Sand, Thon (Lehm) und ein Gemenge beider ist.

Ein allen Anforderungen entsprechendes und brauchbares Formmateriale ist nur selten an einem Orte vorhanden; meistens wird man sich dasselbe durch geeignete Mischungen erst darstellen müssen. Die für ein gutes Formmateriale zu mengenden Bestandtheile sind nicht nur in den verschiedenen Giessereien verschieden, sondern wechseln oft selbst in den einzelnen Giessereien nach dem Bedarfe und den ökonomischen Rücksichten. Als Basis eines jeden Formmateriales bleibt jederzeit der Thon. Er bildet einen der häufigst vorkommenden Bestandtheile unserer Erdrinde und ist eine Verbindung von Kieselsäure mit Thonerde in wechselnden Verhältnissen; er ist im reinen Zustande fast unschmelzbar, lässt sich im Wasser zertheilen, bildet eine desto zähere, knet- und formbarere Masse, je fetter er ist, d. i. je mehr Thonerde er besitzt, im Gegensatze zu dem mageren Thone, der die Kieselsäure im vorwaltenden Verhältnisse enthält und dadurch an Zähigkeit und Bildsamkeit verliert. Die vorzüglichste Thonerde ist die Porzellanerde (Kaolin), ferner der unter dem Namen Steingut-, Kapsel- und Pfeifenthon vorkommende plastische oder bildsame Thon. Mit Beimengungen von Eisenoxyd oder Eisenoxydul erscheint er bläulich oder gelblich gefärbt und heisst sodann, je nach seiner Verwendung, Töpferthon, Ziegelthon, Lehm, gelber oder blauer Thon, auch blauer Tegel. Gewöhnlich kommen in diesen Thonarten zu beachtende Mengen von kohlensaurem Kalke vor; mit zunehmendem Gehalte an letzterem geht derselbe in die Klasse des Mergels (Thon- oder Kalkmergel), endlich in thonigen Kalkstein über, und ist in dieser Beschaffenheit als Formmateriale nicht mehr zu verwenden. Der Thon ist wegen seiner Festigkeit und Bildsamkeit als Formmateriale am geeignetsten; allein er muss wegen seiner zu grossen Dichte und der bei den verschiedenen Hitzegraden stattfindenden verschiedenen Zusammenziehberkeit und Rissig-

keit mit anderen Materialien gemengt werden, welche demselben seine guten Eigenschaften nach Möglichkeit lassen und seine schlechten vermindern. Dies bewirken Sand und quarzige Erde, gestossene oder gequetschte Casetten (Scherben von den bei der Porzellanfabrikation entfallenden Kapseln), alte feuerfeste Ziegel, oder altes Formmateriale, ausgebrannte Formen, Kaoks oder Kohlenpulver, Kühhaare, Häcksel oder Pferdemist. Das Mengungsverhältniss dieser Substanzen ist wie oben erwähnt, kein konstantes, und wird von der Oertlichkeit, von ökonomischen Rücksichten u. s. w. modificirt.

Wendet man Sand als Formmateriale an, so darf die Form nicht getrocknet werden, da sie ohne Wasser zu wenig Bindung hat, und daher durch Trocknen zusammenfallen würde. Da aber das Eisen in feuchten Formen oberflächlich abgeschreckt und dadurch weiss wird, so darf man Sandformen nur bei solchen Gusswaaren anwenden, die nicht weiter durch Bohren, Abdrehen u. s. w. bearbeitet werden sollen. Diese Formmethode ist übrigens am allerschnellsten auszuführen, und daher die vortheilhafteste für kleinere Gussartikel, die in grosser Menge angefertigt werden, z. B. für den Munitionsguss. Für Gusswaaren hingegen, wo die Form im blossen Sande nicht genug Bindung hätte, oder ein Auswaschen der Form zu befürchten wäre, sowie für Gussstücke, von denen grosse Haltbarkeit gefordert wird, nebstbei auch aus der angeführten Ursache eine weiche Oberfläche haben sollen, dabei aber auch nicht von denjenigen Dimensionen sind, dass man sie dem Adouciren unterwerfen könnte, müssen getrocknete Formen angewendet werden, und diese müssen, um das Trocknen zu ertragen, fetter, d. i. thonhaltiger sein, und dieses um desto mehr, je mehr die obigen Bedingungen gesteigert werden. Denn je mehr der Thon vorwaltet, desto grösser ist die Bindungskraft, desto langsamer die Abkühlung, desto weichere Flächen bekommt das Gussstück und desto grössere Haltbarkeit erlangt es; desto mehr aber reisst die Form beim Trocknen auch auf, und verliert ihre Dimensionen, d. i. sie schwindet.

Die wichtigste Anforderung an das Formmateriale ist, dass es beim Gusse keine Gase entwickle, oder dass wenigstens zu ihrem Entweichen ein anderer Weg dargeboten sei, als der durch die flüssige Metallmasse selbst, wodurch poröse, blasige Güsse entstehen. Diese gasförmigen Stoffe sind: Wasserdämpfe der nicht oder zu wenig getrockneten Formen, dann Gase in Folge der Zersetzung des Wassers in Berührung mit dem glühenden Eisen, ferner Kohlensäure in Folge eines mergelartigen Materials, und endlich Gase in Folge der Zersetzung organischer Substanzen, die im Formmateriale enthalten sein konnten. Bei den Sandformen gibt schon die Lockerheit der Masse die Gelegenheit, dass die in diesem Falle vorhandenen Wasserdämpfe und die durch Zersetzung des Wassers entstandenen Gase durch sie hindurch entweichen können, worauf auch, nach dem vorigen, nur allein die Möglichkeit ihrer Anwendung beruht. Aus dieser Ursache setzt man dem Sande Holzkohlenstaub, auch fein gepulverte Koaks (aus Sand- nicht Back- oder Sinterkohlen) zu, um den hinlänglichen Grad von Porosität zu erzielen. Die durch Beimengung von Thon immer dichter werdende Masse, welche den gasförmigen Stoffen keinen Ausweg durch sich erlaubt, und obendrein im Verhältnisse der wachsenden Thonmenge die Feuchtigkeit viel stärker zurückbehält, muss daher entweder scharf getrocknet, oder selbst ausgeglüht werden, was in

grösseren Giessereien in eigenen Trocken- oder Dörrkammern geschieht. Da sich nebst den von der Feuchtigkeit herrührenden gasförmigen Stoffen auch, wie erwähnt wurde, in Folge eines mergelartigen Thones (der kohlensauren Kalk enthält) kohlensaures Gas in nicht unbeträchtlicher Menge entbinden kann, so hat man sich, besonders bei Formen für Gussstücke von grossen Dimensionen, die nicht scharf durchgebrannt werden können, vor dieser Verunreinigung des Materiales zu hüten, die übrigens leicht an dem Aufbrausen zu erkennen ist, wenn der Thon mit einer Säure übergossen wird. Ueberreste organischer Substanzen, welche sich vorzüglich in dem Thone finden, und durch ihre Zersetzung in der Temperatur des flüssigen Metalles zur Entwicklung von Gasen Gelegenheit geben, sucht man durch ein längeres Liegen desselben an der Atmosphäre unter grosser und häufig veränderter Oberfläche zu zerstören, wobei man den Bedacht nimmt, denselben an trockenen Tagen öfter zu befeuchten, wodurch dessen Bildsamkeit vermehrt wird. —

Eine fernere sehr wichtige Anforderung an das Formmateriale ist, dass es bei der Temperatur des flüssigen Metalles nicht selbst schmelzbar sei, was bei sehr eisenschüssigem oder kalkhaltigem Materiale zu befürchten wäre.

Ehe ein Formmateriale zum Gebrauche verwendet wird, muss es gehörig zubereitet werden.

Der S a n d, welcher weder zu staubartig, noch zu grobkörnig sein darf, wird ausgeglüht, und durch verschiedene Siebe nach der Feinheit sondirt, dann angefeuchtet, und je nachdem es seine Natur verlangt, mit etwas fettem ebenfalls gebranntem und gesiebtem Sande sorgfältig durchgearbeitet, dass derselbe sich schon bei geringerem Grade von Feuchtigkeit zum Ballen bringen lässt. —

Der L e h m wird, nachdem er mittelst eines Siebes von Steinen und Pflanzenfasern befreit ist, mit Wasser angefeuchtet, und mit dem sogenannten Lehmwasser durchgeschlagen, bis er ganz fein und steif geworden ist. Um ihn aufzulockern und um das Aufreissen und Bersten der Lehmformen möglichst zu vermeiden, wird derselbe mit Spreu, Haaren, kurzgeschnittenem Stroh oder Pferdemist durch Treten mit den Füssen durchgearbeitet, auf welche Weise er auch zugleich eine grössere bindende Kraft erhält. Der Lehm muss hiebei eine teigartige Konsistenz erhalten.

Bei der M a s s e n f ö r m e r e i ist das Mischungsverhältniss der Bestandtheile, deren Wahl sich sowohl nach der Oertlichkeit richtet, als auch ökonomischer Berücksichtigung unterworfen ist, verschieden. Es hängt theils von der Qualität der Bestandtheile selbst ab, theils wird es von den Forderungen, die an das Gussstück gestellt werden, bestimmt. In der k. k. Geschützgiesserei, wo diese Formmethode schon seit langer Zeit für das Giessen der Metall- und eisernen Geschütze in Anwendung steht, wurde gleich bei Einführung derselben die Formmasse aus Kapselsand (gestossene Scherben der bei der Porzellanfabrikation abfallenden Kapseln) und sogenannten Tachetmolken, gereinigter Thonerde, bereitet. Obwohl dieselbe dem Zwecke vollkommen entsprochen hatte, so wurde sie doch des hohen Preises wegen in der Folge durch ein Gemenge von 4 Theilen Lehm, 2 Theilen Kapselsand und 1 $^1/_2$ Theilen blauen Thon (Tegel) ersetzt. Gegenwärtig besteht das weiter unten angegebene Mengungsverhältniss.

Auf den richtigen Feuchtigkeitsgrad der Formmasse kommt viel an,

da eine feuchte Masse das Ankleben an dem Modelle, hingegen eine trockene das Ausbrechen von Formrändern zur Folge hat.

Fasst man die hier angegebenen Anforderungen an ein gutes Formmateriale zusammen, so erkennt man, dass dasselbe:

1. so fest oder zusammenhängend sein muss, dass es dem Drucke der flüssigen Metallsäule hinreichenden Widerstand leiste;

2. sich in der Hitze nicht zu stark oder ungleich zusammenziehe, d. i. kein zu starkes oder ungleiches Schwinden der Formen verursache;

3. nicht zu dicht sein soll, um den beim Gusse sich entwickelnden Gasen den Durchtritt zu gestatten;

4. selbst keine Gase entwickeln soll, weil dadurch die Gussstücke porös werden könnten;

5. endlich feuerfest sein muss, um nicht durch die Hitze des flüssigen Metalles zu schmelzen oder zu verglasen, weshalb es weder kohlensaure oder sonst zersetztbare Verbindungen, noch Metalloxyde, welche leicht schmelzen, enthalten darf.

Gegenwärtig kommt folgendes Formmateriale in der Geschützgiesserei des k. k. Arsenales zur Anwendung.

Zur Lehmförmerei wird nicht zu magerer, sondern plastischer Lehm, dessen Hauptbestandtheil Thonerde ist, verwendet. Kalkhaltiger Lehm ist unbrauchbar, er macht die gebrannte Form brüchig, ist leicht schmelzbar, verglast und schmilzt leicht an der Oberfläche des gegossenen Stückes an. Die Beimengung von Sand ist nicht schädlich, nur darf er nicht zu grobkörnig und nicht kalkhaltig sein. Um dem Lehm grössere Haltbarkeit zu geben, werden ihm Rindshaare beigemengt, welche, da sie beim Ausglühen der Form verkohlen, zugleich dazu dienen, die Form etwas porös zu machen und den Gasen Austritt zu gestatten.

Da die Hinzugabe von Rindshaaren oft nicht hinreichend ist, die Form genügend porös zu machen, so mengt man dann noch Pferdemist, Spreu oder Häcksel unter den Formlehm.

Gegenwärtig wird als Materiale für Lehmformen auch eine Mengung von 6 bis 7 Schaff Lehm, 1 Schaff gesiebten Mauersand, 5 Pfund Kühhaaren und 2 Schwingen Pferdemist verwendet.

Der Lehm wird, nachdem er längere Zeit der Auswitterung überlassen wurde, mit Wasser in einem Schaffe verdünnt, mit Rührscheitern gerührt, durch ein über der Lehmbank angebrachtes feines Drahtsieb geschlemmt, wobei die grösseren Theile entfernt werden. Hierauf wird über den auf der Lehmbank ausgebreiteten, geschlemmten Lehm der fein gesiebte Mauersand gestreut, mit der Lehmhacke eingemengt und das Ganze gut durchgearbeitet, dann $^1/_4$ bis $^1/_3$ der nöthigen Kühhaare darüber gestreut und gleichfalls mit der Lehmhacke eingemengt. Diese Operation wird 2- bis 3mal wiederholt, bis alle Kühhaare eingemengt sind, und das Ganze eine knollenfreie gleichartige Masse zeigt. Endlich wird der Pferdemist durch ein grobes Sieb über diese Masse ausgebreitet und in dieselbe gleichartig eingearbeitet, und der so zubereitete Lehm 4 Tage abliegen gelassen, in Bottichen aufbewahrt und zum Gebrauche entweder mit Wasser verdünnt oder durch Zusatz von trockenem Lehm und Sand auf der Lehmbank fester gemacht.

Nach der Verwendung, den Bestandtheilen und der Bearbeitung des Lehmes unterscheidet man für die Mantelformen Zier- und Gestalt-

Lehm, beide nach der angegebenen Art bereitet, letzterer nur noch durch Zusatz von trockenem Lehm und Sand fester gemacht; und für die Kernformen groben und feinen Gestaltlehm; hievon wird ersterer ohne Hinzugabe von Kühhaaren und Pferdemist nur durch ein grobes Sieb gesiebt und nach Bedarf mit Wasser verdünnt, letzterer ohne alle Beimengung blos durch ein feines Sieb geschlemmt. Zum Aufdrücken oder Verstärken der Lehmform über ein Modell und zur Gerinnmauer für das ausfliessende Metall wird der grobe Gestaltlehm mit Sand, Kühhaaren und Pferdemist versetzt, und am zweckmässigsten in Haufen geschlagen, an einem mit wenig Luftzug versehenen Orte der Gährung ausgesetzt und abliegen gelassen.

Das Materiale für die Massenförmerei muss sich fest eindämmen lassen, darf beim Herausziehen des Modelles aus der Form nicht ausbrechen, beim Brennen derselben nicht mürbe werden, nicht zu kompakt und auch nicht zu porös sein, weil sonst das flüssige Metall in die Form dringen könnte.

Die gewöhnlichsten Bestandtheile der Masse sind Thonerde, Lehm und Sand; das Mengungsverhältniss hiefür ändert sich wie gesagt mit der Qualität der Bestandtheile und muss durch Versuche bestimmt werden. In der k. k. Geschützgiesserei besteht die Formmasse gegenwärtig aus 4 Theilen gelbem Ziegelthon, 3 Theilen blauem Tegel und 4 Theilen grobem Formsand von der Türkenschanze bei Wien. Zum Formen der Hinterladungsrohre benützt man derzeit 5 Theile Formlehm, 3 Theile blauen Tegel und 3 Theile gelben Sand, letzteren gleichfalls von der Türkenschanze. Für den Stossboden kommt noch 1 Theil Tachetmolken hinzu. Der Thon, der Formlehm und der Tegel müssen getrocknet, zerstossen oder in einer Quetschmaschine zerquetscht und gesiebt werden. Der Sand wird getrocknet und gesiebt. Diese Bestandtheile werden sodann im richtigen Verhältnisse auf die Lehmbank geschüttet, angefeuchtet, durch einander gemengt und zuletzt gesiebt. Die Masse muss den rechten Grad von Feuchtigkeit haben, soll sich ballen lassen, darf jedoch nicht ankleben oder beim Eindämmen zu stark an dem Modelle haften.

Das Materiale für die Sandförmerei ist für Bronze- und Eisengüsse verschieden. Es besteht in der k. k. Geschützgiesserei für kleinere Bronzestücke aus 4 Theilen schon öfter verwendetem und 1 Theil neuem Wienersand, ferner für Eisengegenstände, als Räder, Schleifenwände etc., aus 4 Theilen altem Sand, 2 Theilen Lehm, 3 Theilen rothem Sand und 1 Theil gepulverter Steinkohle. Diese Bestandtheile werden gesiebt, zusammengemengt, entsprechend angefeuchtet und die so erhaltene Mengung nochmals durchgesiebt.

Die Formen.

§. 214. Die Formen umfassen das Modell oder die Kernform und die Mantel- oder eigentliche Gussform, bestehend aus der mit Schienen und Reifen (dem Mantel) umgebenen Lehmform oder der durch die Formflasche umgebenen Formmasse.

Das Modell. Die Darstellung der Formen aus dem Formmateriale wird im Allgemeinen nach Modellen vorgenommen, welche entweder von Holz oder Metall (Bronze u. s. w.) angefertigt sind, oder von dem Förmer selbst erst aus dem Formmateriale gebildet werden.

Hölzerne Modelle als nicht dauerhaft und keine sehr grosse Genauigkeit gestattend, werden nur angewendet, wenn das Gussstück ein- oder doch nur wenigemal gegossen werden soll, um die grösseren Kosten eines metallenen Modelles zu ersparen. Zu allen Gegenständen, welche als stehende Artikel oft gegossen werden müssen, deren Gestalt daher unverändert beibehalten werden soll, sind metallene Modelle im Gebrauche, z. B. für Geschütze in Geschützgiessereien, für die Eisenmunition u. s. w. —

Der schon fertigen, zum wiederholten Gebrauche dienenden Modelle bedient man sich in der Sand- und Massenförmerei; bei der Lehmförmerei hingegen müssen die Modelle zuerst aus dem Formmateriale selbst angefertigt werden, und dienen, da sie ohne Zerstörung aus der darüber erzeugten Form nicht herausgenommen werden können, nur für einen einmaligen Guss.

Bei der Lehmförmerei wird das Modell aus 1, 2 oder 3 Theilen, mit Einschluss des Masselots und des Spannzapfens erzeugt; bei der Massenförmerei aus einer grösseren Zahl von Theilen, um dieselben einestheils leicht handhaben, anderntheils ohne die Formen zu beschädigen, aus denselben herausziehen zu können. Der Anguss hat den Zweck, jenes Metall, welches durch die Zusammenziehung der erstarrenden Masse, dann durch die Einsickerung in das Formmateriale und durch die Erweiterung der Form in Folge des Druckes abgeht, zu ersetzen; die zu jähe Abkühlung des Gussstückes an der oberen Fläche zu verhindern, damit das Erstarren durch die ganze Metallmasse gleichmässig vor sich gehe; die im flüssigen Metalle angehäuften Gase und Unreinigkeiten aufzunehmen; endlich durch den mechanischen Druck die Dichte der oberen Metallschichten zu vermehren, und eine Gleichförmigkeit in der Gussmasse herzustellen.

Der Anguss wird der halben oder auch der doppelten Rohrlänge gleich gemacht, je nachdem das Rohr mindestens den vierfachen, oder wie bei Mörsern, weniger als den dreifachen Durchmesser zur Länge hat.

Der Spannzapfen hat den Zweck, bei dem Abschneiden des Masselots oder dem späteren Bohren des Rohres, letzteres in die Masselot-Abschneid- oder in die Bohrmaschine einspannen zu können, wozu derselbe prismatisch gestaltet und bezüglich seiner Dimensionen etwas schwächer und länger als die Traube ist.

Bei allen Gusswaaren, welche mit grosser Genauigkeit nach einem bestimmten Masse angefertigt werden sollen, müssen die Modelle in allen Dimensionen um so viel grösser erzeugt werden, als das Schwindmass des Metalls beträgt; bei der Eisenmunition, bei Maschinentheilen und überhaupt Gussstücken, die als Theile eines Ganzen zusammengesetzt werden, ist dies von besonderer Wichtigkeit. Dieses Schwindmass, um welches sich z. B. das flüssige Eisen beim Erkalten zusammenzieht, ist nicht bei jeder Eisengattung gleich, und muss daher in den besonderen Fällen durch Versuche ausgemittelt werden; die Grösse des Schwindens hängt übrigens bei derselben Eisensorte auch von der Temperatur ab, bei der dasselbe gegossen wird, was bei strenger Forderung der Dimensionen, wie beim Munitionsgusse, nicht unberücksichtigt bleiben darf. Man muss daher die Grösse des Schwindmasses nach der mittleren Temperatur des flüssigen Eisens nehmen, und dasselbe, wenn es zu heiss ist, in den Kellen etwas auskühlen lassen, wenn die Geschosse nicht zu klein ausfallen sollen.

Auch bei Geschützrohren muss die Form, und also auch das Modell

wegen der Zusammenziehung des abkühlenden Metalles etwas grösser als das zu erzeugende Gussstück gemacht werden. Die Grösse dieser Zusammenziehung — die Schwindung oder das Schwindmass — beträgt für Bronze $^1/_{96}$, für Mariazeller und nahezu für jedes andere Eisen $^1/_{115}$ der linearen Abmessung; doch bestimmt man diese Grösse für jede Metallgattung durch direkte Versuche. (Bei dem Zeichnen der Modelle bedient man sich daher meist eigener Massstäbe, bei deren Eintheilung schon diese lineare Zugabe berücksichtigt worden ist.)

Bei Gussstücken, welche abzudrehen sind, darf auch die in dieser Beziehung nothwendige Vergrösserung der Dimensionen für das Modell nicht ausser Acht gelassen werden.

Wenn ein Modell vorstehende Theile hat, welche das Herausnehmen desselben aus der fertigen Form hindern würden, so muss dasselbe, wie schon oben bemerkt, aus mehreren Theilen zusammengesetzt sein, deren sich jeder, ohne die Form zu beschädigen, leicht herausnehmen lässt.

Für Gussstücke, welche eine Höhlung erhalten sollen, muss die Form an der entsprechenden Stelle massiv ausgefüllt sein, was durch Einsetzen eines Kernes erreicht wird, welcher aus Lehm oder thonreichem Sande erzeugt und mit Sorgfalt getrocknet und gebrannt wird; — nebstbei muss auf die Ableitung der aus der Formmasse und besonders aus dem Kerne sich entwickelnden Dämpfe Bedacht genommen werden, wie es der nachfolgende Vorgang beim Formen ersichtlich macht.

Die Mantelform (der Mantel) ist die eigentliche Gussform des Rohres, sie besteht bei der Lehmförmerei aus der Formmasse (Zier- und Formlehm), welche mit Schienen und Reifen umgeben ist, und bei der Massenförmerei aus der Formmasse (Thonerde, Lehm und Sand), welche von der gusseisernen Formflasche umgeben ist. Die Mantelform, welche mit Hilfe des Modells gebildet wird und die Bestimmung hat, das flüssige Metall aufzunehmen, soll demselben während des Gusses einen genügenden Widerstand bieten und wird daher, da dies bei der Lehmförmerei nicht der Fall ist, in der Dammgrube vor dem Ofen verdämmt, bei der Massenförmerei jedoch, wo ihm die gusseiserne Formflasche eine genügende Widerstandsfähigkeit gewährt, in der Dammgrube blos befestigt.

Massenförmerei.

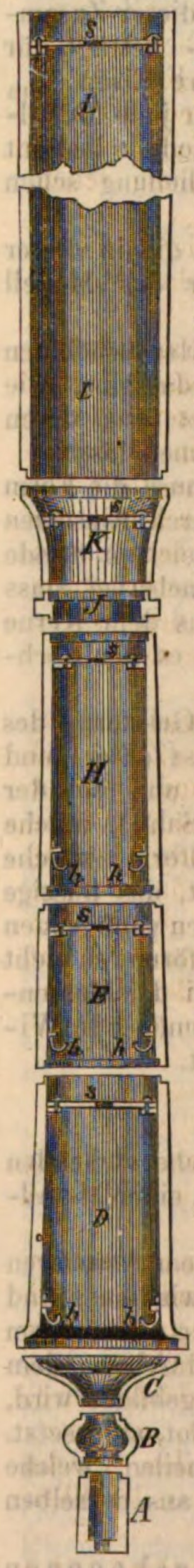
§. 215. Die in der k. k. Geschützgiesserei im Gebrauche stehenden Modelle sind aus dem gewöhnlichen Kanonenmetalle, hohl mit einer Metallstärke von 4 bis 6‴ erzeugt.

Das aus seinen Theilen zusammengestellte Modell ist dem Aeusseren nach dem zu giessenden Rohre gleich, und nur um das Schwindmass und die Zugabe für das Abdrehen der unreinen Oberfläche vergrössert; ausserdem hat die Traube des Modells einen prismatischen Ansatz, wodurch an dem Geschütze der Bohrzapfen zum Einspannen beim Ausbohren gebildet wird, und auf dem Kopfe ist ein Cylinder, der verlorne Kopf, Masselot, aufgesetzt.

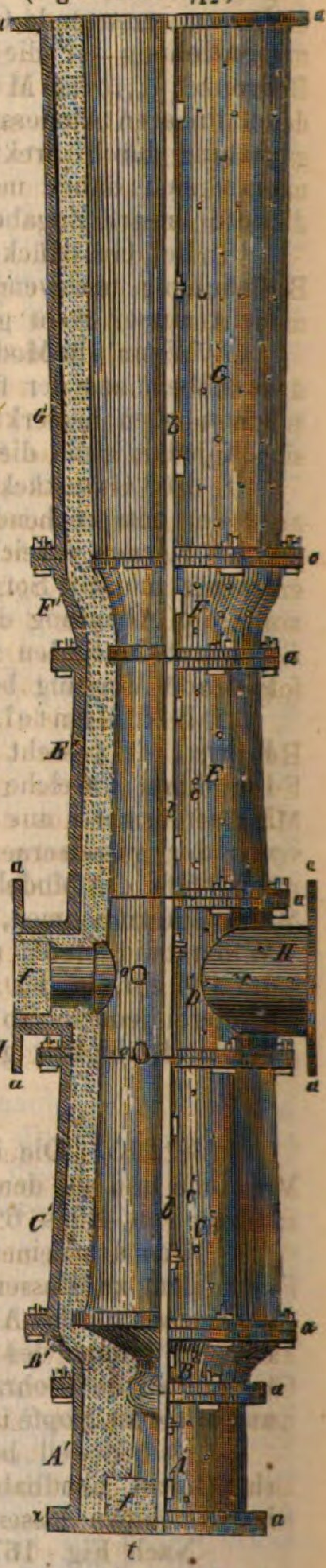
Das Modell besteht im Allgemeinen aus 6 bis 8 Theilen, welche sich leicht handhaben und ohne die Form zu beschädigen aus derselben herausnehmen lassen.

Nach Fig. 167 sind diese Theile bei Vorderladungskanonen der Bohrzapfen *A*, der Traubenknopf *B*, der Stossboden *C*, das Bodenstück *D*, das Mittelstück *E*, das Henkelmodell *F*, über welches die hohle

(Fig. 167 n. 1/12.)



(Fig. 168 n. 1/12.)



Henkelform M gebildet wird, das Schildzapfenmodell G, das Langenfeld H, welches mit dem Schuberbande J, d. i. einer plattenförmigen Verstärkung zur Lagerung des Rohres in der Bohrmaschine zuweilen ein Ganzes bildet, der Kopf K sammt Hohlkehle, endlich der Anguss L, welcher je nach der Rohrgrösse aus einem Stücke oder aus zwei Theilen besteht. Die Modelltheile für den Rohrkörper sind eingefalzt und passen sehr genau auf einander. An einem Ende ist ein eiserner Steg s angebracht, durch dessen Loch eine Eisenstange zur Befestigung des Modelles an das Formbret gesteckt werden kann; am andern Ende hingegen befinden sich 2 Haken h, h für das Herausziehen des Modelles aus der Form. An dem Modelle des Mittelstückes sind zum Aufsetzen der Henkelformen Warzen o, o, Fig. 168, eingeschraubt und werden auch die Schildzapfenmodelle mittelst Schrauben befestigt. Auf ähnliche Weise werden überhaupt an den anderen Modelltheilen die trennbaren Stücke festgemacht.

Die Modelltheile der Hinterladungskanonen sind im Allgemeinen jenen der Vorderladungsrohre gleich, es verdient blos bemerkt zu werden, dass bei ersteren Geschützen die Modelle für den Traubenknopf und die Henkel mangeln, dass der Bohrzapfen unmittelbar am Stossbodenmodell angebracht ist und dass das Schuberband am Bodenstücke sich befindet.

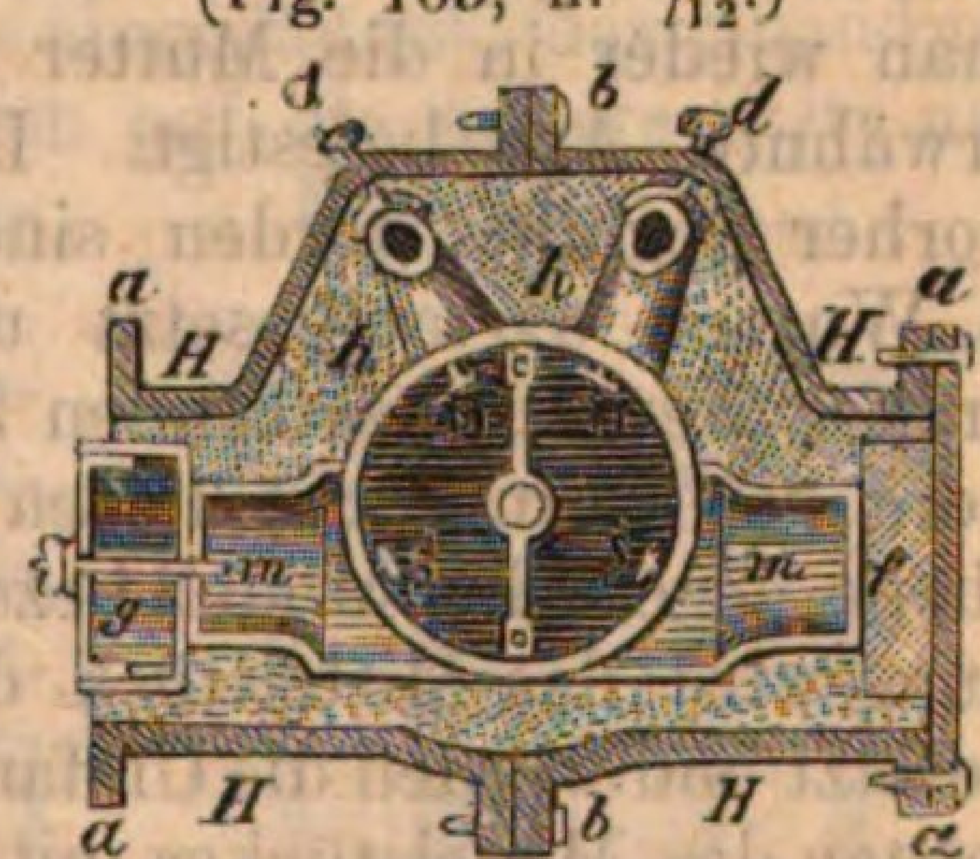


Die Modelle für Mörserrohre bestehen aus dem Bohrzapfen, dem Hintertheile mit dem halben Henkel und dem Schildzapfen, dem Vordertheile mit der zweiten Hälfte des Henkels und dem Schuberbande, endlich aus dem Masselot. Der Bohrzapfen ist konisch, an seinem Ende prismatisch gestaltet und von grösserer Länge als bei Ka-

nonenrohren, um das Rohr in die Masselotabschneid- oder in die Bohrmaschine zweckdienlich einspannen zu können. Die Formflasche, Fig. 168, bildet den Mantel der Form und umgibt die Modelltheile zur Aufnahme der Formmasse in einem Abstande von 3 bis 4″. Sie ist aus Gusseisen, 6 bis 8‴ im Metalle stark und besteht so wie das Modell aus mehreren Theilen. Jeder Theil ist nach dem Längendurchschnitte aus 2 Hälften zusammengesetzt. Die Ränder derselben haben Umfangsleisten oder Flanschen *a a* und Schlussleisten *b b* mit korrespondirenden Löchern, um einerseits die Hälften an einander, und anderseits die angrenzenden Flaschentheile mit einander durch Bolzen und Schliessen befestigen zu können. Für das Entweichen des Wasserdampfes und der Gase beim Brennen der Formmasse sind alle Flaschentheile noch mit sehr vielen Löchern *c c* versehen.

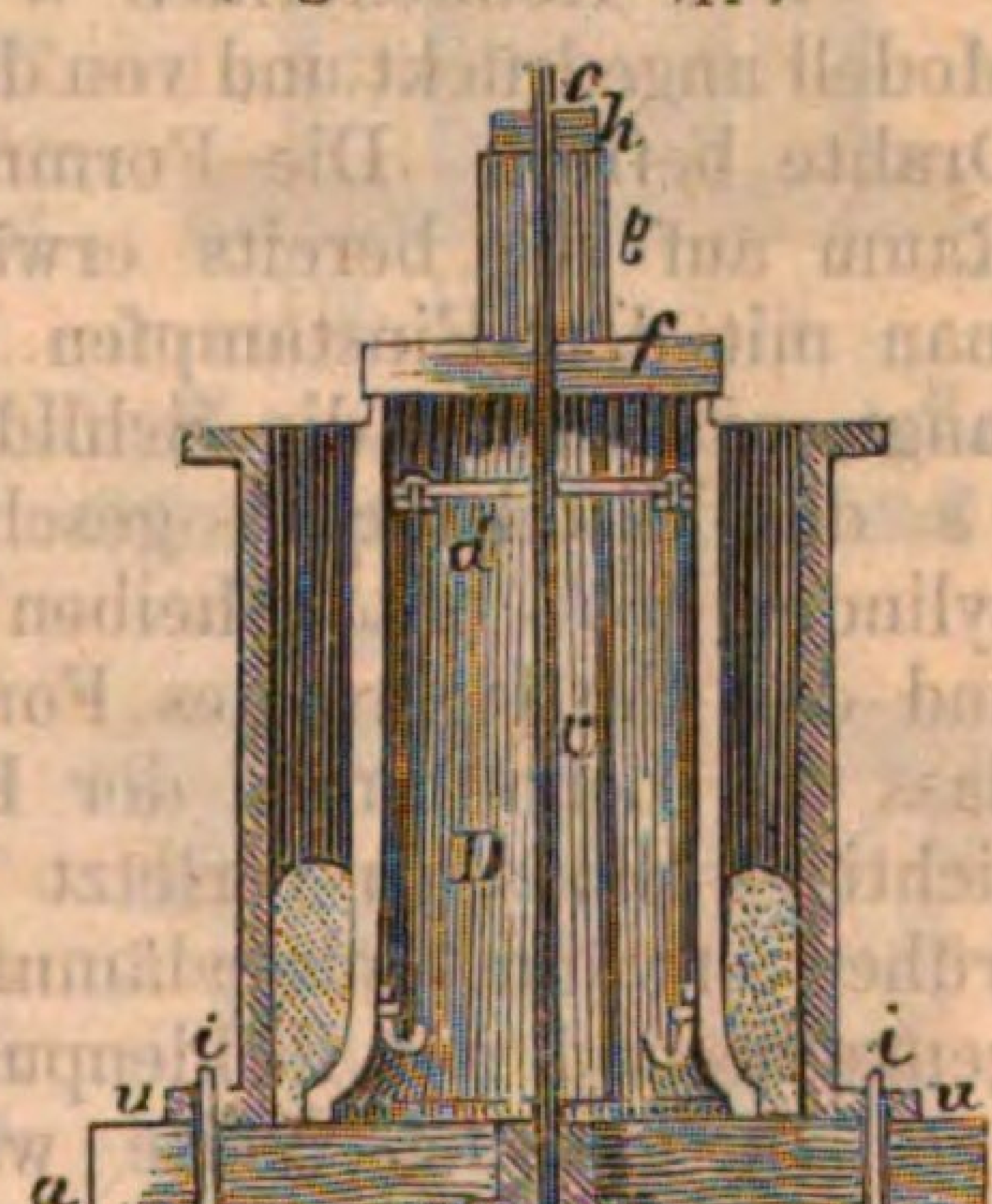
Die Flasche für das obige Rohrmodell, Fig. 168, besteht aus 7 Theilen, als: dem Traubenstück *A′* für den Bohrzapfen und den halben Traubenknopf, dem Stossbodenstücke *B′* für die zweite Hälfte des Traubenknopfes und den Stossboden, dem Bodenstücke *C′*, dem Mittelstücke *D′*, dem Langenfeldstücke *E′*, dem Kopfstücke *F′* und dem Angussstücke *G*.

(Fig. 169, n. $^1/_{12}$.)



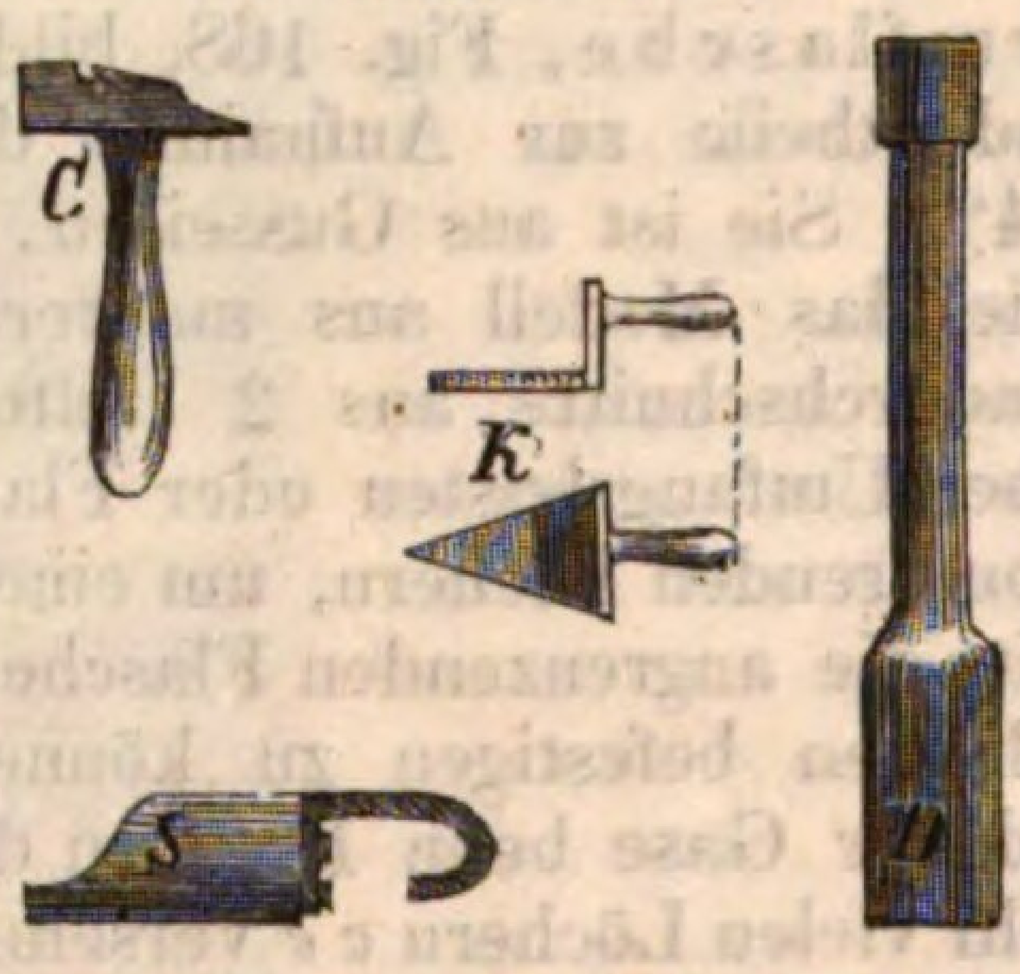
Das Mittelstück der Flasche, Fig. 169, hat in der Gegend der Henkel eine bauchförmige Erweiterung, in welcher zwei Schrauben *d d* zur Befestigung der Henkelformen angebracht sind. Für die Schildzapfen sind an den betreffenden Stellen Cylinder *H H* mit Umfangsleisten *a a* angebracht, welche durch Scheiben *f f* mit Bolzen und Schliessen verschlossen werden können. Auf gleiche Weise erfolgt auch der Verschluss des Traubenstückes durch die Grundfläche *t*, Fig. 168.

(Fig. 170, n. $^1/_{12}$.)



Zur Darstellung der Massenform für ein Kanonenrohr wird zuerst auf die hölzerne Formscheibe *ab*, Fig. 170, das Bodenstück *D* des Modelles mit seiner Achse über den Scheibenmittelpunkt gestellt, und mit der eisernen Formspindel *c*, welche an beiden Enden mit Schraubengewinden versehen ist, befestigt. Es wird nämlich die Formspindel durch den Steg *d* des Modelles durchgesteckt und in die in der Mitte der Formscheibe befindliche Mutter *e* eingeschraubt, ferner auf den oberen Theil des Modelles eine hölzerne Scheibe *f* und über die Formspindel noch ein oder mehrere hölzerne Cylinder *g* zur Ausfüllung des Raumes bis zum Gewinde gegeben, und das Modell durch die zuletzt darauf geschraubte Mutter *h* gut an die Formscheibe angedrückt. Ist das Modell vertikal gestellt und gut befestigt, so werden um dasselbe die beiden Hälften des dazu gehörigen Flaschenstückes gegeben und mit den Umfangsleisten *u u* an die Formscheibe und mit den Schlussleisten unter einander durch Bolzen und Schliessen *i i* befestigt. In den Raum zwischen dem Modelle und der Formflasche wird die bereits in gehöriger Quantität vorbereitete

(Fig. 171.)



Formmasse mittelst Handschaufeln *S*, Fig. 171, zu einer 3 bis 4″ hohen Schichte eingeschüttet, gut verglichen und mittelst Dämmkeilen *D* und Schlägeln *C* durch gleichmässige Kraftanwendung von 3 bis 4 Mann festgeschlagen, was so oft wiederholt wird, bis der Zwischenraum ganz ausgefüllt ist. Die letzte Schichte, bei der sich die Dämmkeile nicht mehr gut anwenden lassen, wird mit Schlägeln verdichtet, oben mit eisernen Formspateln und Kellen *K* dem Rande der Flasche gleich und eben gemacht, und mit Kohlenpulver eingestaubt, um die Verbindung des folgenden Formtheiles mit dem so eben ausgefertigten zu verhindern. Um das Mittelstück zu formen, wird der Holzcylinder *g*, die Holzscheibe *f* und die Formspindel *c* entfernt, hierauf das Mittelstück des Modelles ohne Schildzapfen, über die Falzleisten des Stossbodenmodelles aufgestellt und mit einer entsprechend langen Formspindel, welche man wieder in die Mutter der Formscheibe einschraubt, auf die bereits erwähnte Art befestigt. Die Henkelformen *h h*, Fig. 169, welche kurz vorher geglüht worden sind, werden über die am Modelle befindlichen 4 Warzen *o o* aufgesetzt und mit Draht vorläufig festgehalten. Da die erst später aufzusetzenden Schildzapfenmodelle koncentrisch in den Cylindern der Formflasche liegen müssen, so ist die Stellung der Formflaschentheile gegen das Modell bezeichnet. Mit genauer Beachtung dieser Bezeichnung wird das Mittelstück der Formflasche auf das eingeformte Bodenstück gesetzt und werden die Umfangsleisten beider Flaschentheile, sowie die Schlussleisten des Mittelstückes mit einander durch Bolzen und Schliessen verbunden.

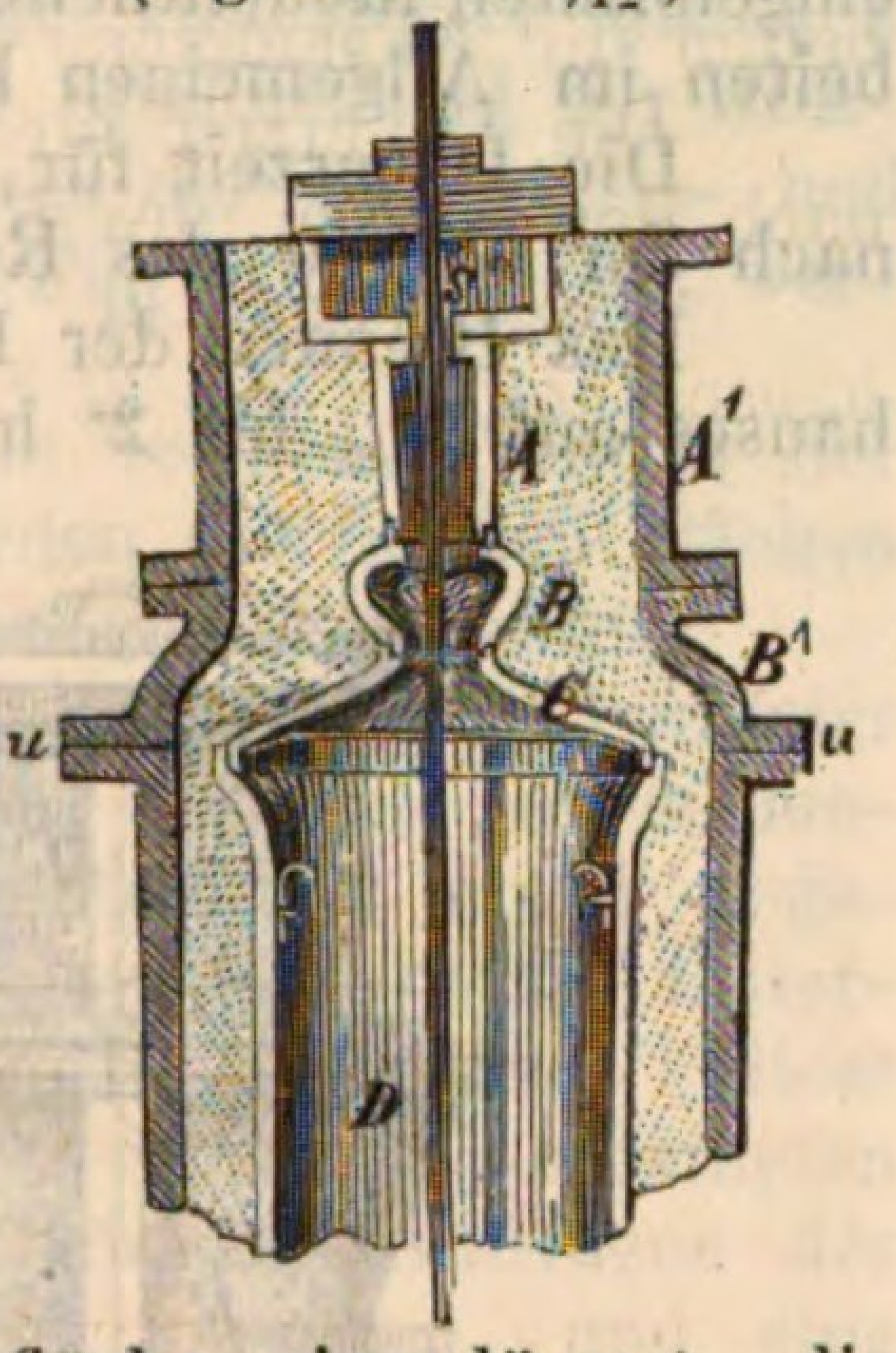
Die Henkelformen *h h* werden durch die Schrauben *d d* an das Modell angedrückt und von dem zu ihrer anfänglichen Befestigung dienenden Drahte befreit. Die Formmasse wird nun in den sich dafür ergebenden Raum auf die bereits erwähnte Art eingetragen und festgestampft. Ist man mit dem Einstampfen bis zum unteren Rande der Schildzapfen angelangt, so werden die Schildzapfenmodelle *m m* auf die betreffenden Stellen *s s* des Mittelstückes geschraubt und die sie umgebenden Mantelformcylinder *H H* mit Scheiben *f* verschlossen. Hierauf wird das Eintragen und das Festlagern des Formmateriales mit der Beobachtung fortgesetzt, dass die Lehmformen der Henkel nicht durch ein zu starkes oder unvorsichtiges Schlagen verletzt werden. Die obere Massenschichte wird wie früher erwähnt ausgedämmt, mit dem Rande des Flaschentheiles eben gemacht und mit Kohlenpulver bestreut.

In gleicher Weise wird das Langenfeld und das Kopfstück aufgesetzt und geformt.

Zur Ausfertigung der Stossbodenform werden nach dem Herausziehen der Formspindel und dem Losmachen der Umfangsleisten der Flaschenstücke die eingeformten Modelltheile sammt den letzteren mittelst eines Krahnes von einander abgehoben und, um Beschädigungen zu vermeiden, mit den Umfangsleisten auf unterlegte Holzklötze gestellt. Hierauf wird das Bodenstück *D*, Fig. 172, mit dem Theile, welcher früher auf der Formscheibe gestanden ist, nach aufwärts gekehrt und befestigt, das

Stossboden- und Traubenknopf-Modell *CB* sammt dem zugehörigen Flaschenstücke *B'* aufgesetzt, und bis zum halben Traubenknopfe eingedämmt, dann die andere Hälfte des Traubenknopfes mit dem folgenden Flaschentheile *A'* umgeben, das Bohrzapfenmodell *A* und das Spundmodell *S* aufgesetzt, und die Form vollendet.

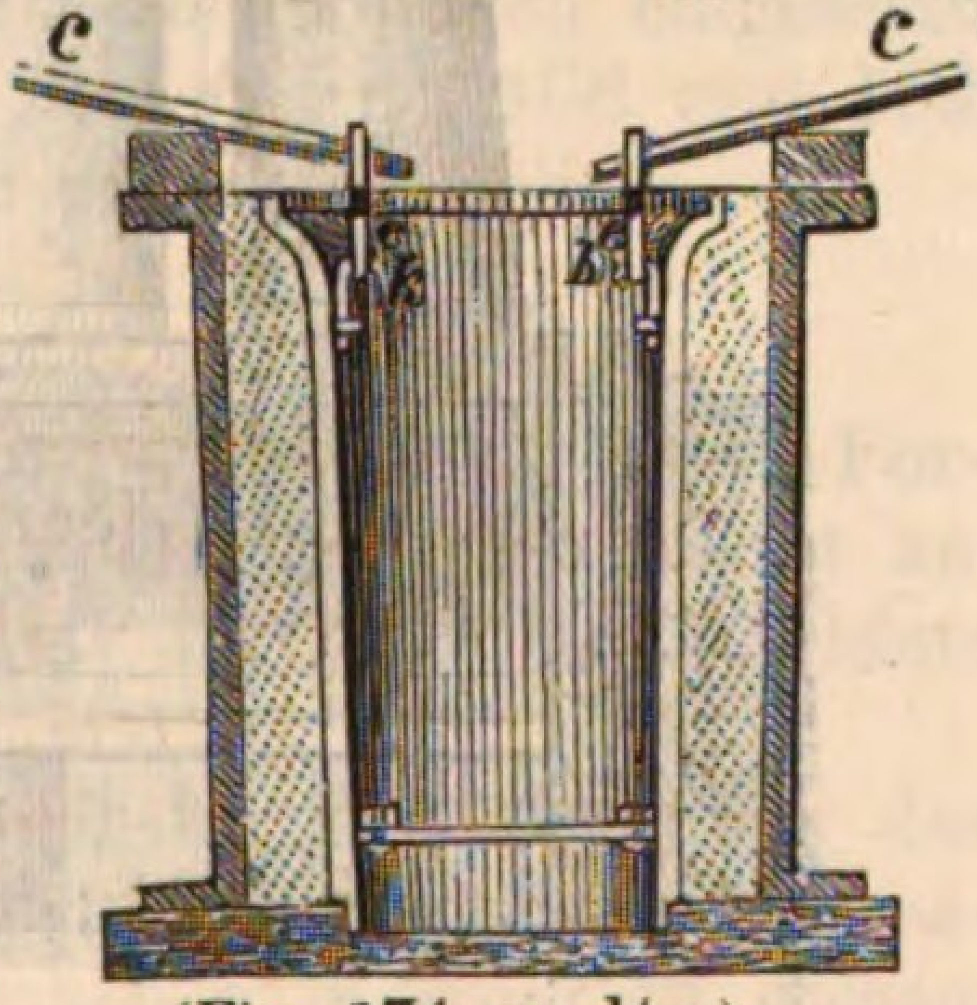
(Fig. 172, n. 1/12.)



Für den Anguss wird das Modell und das Flaschenstück auf das Kopfstück aufgesetzt, und wie die anderen Theile ausgeformt.

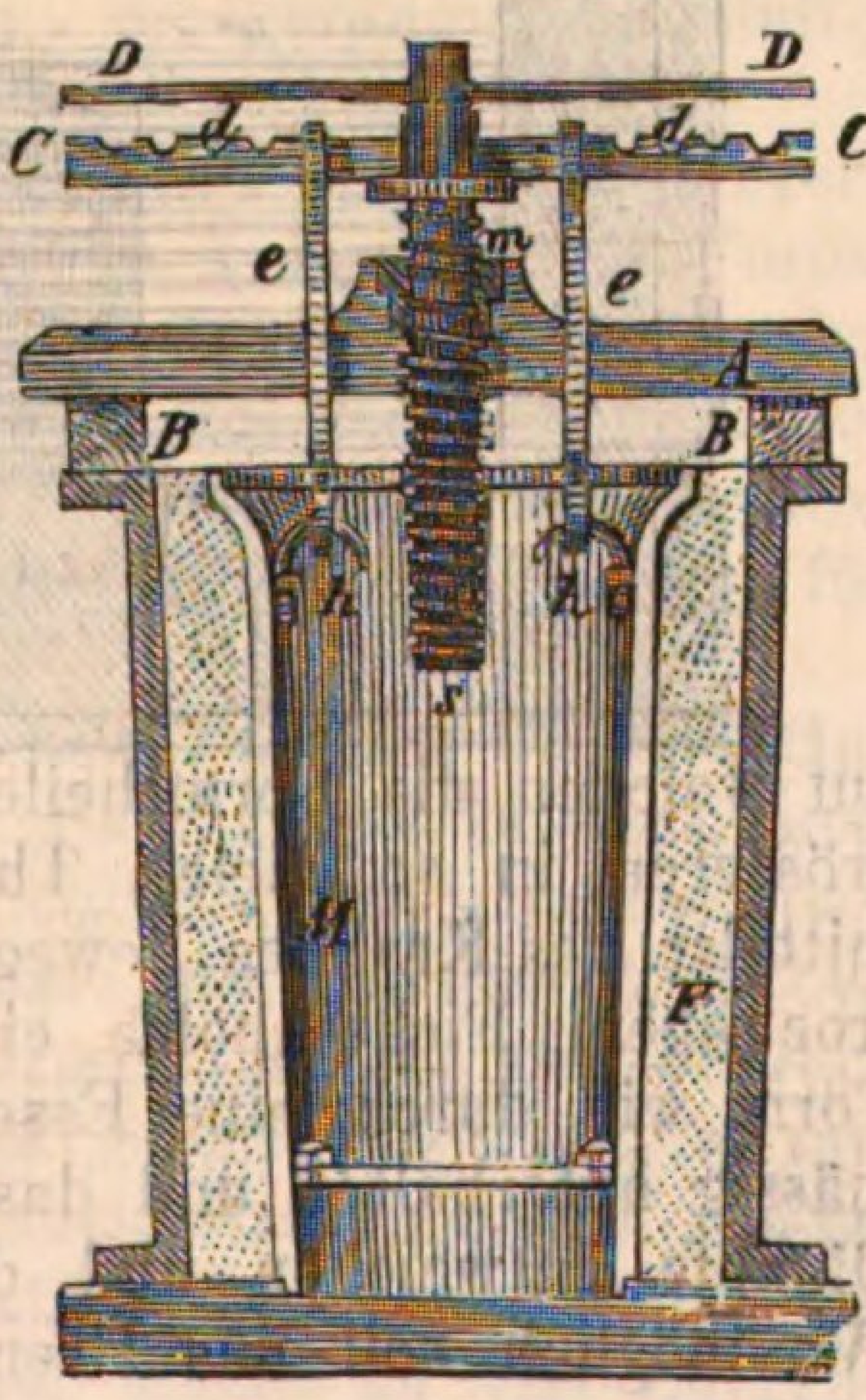
Um die Schildzapfen auszufertigen, wird das Mittelstück auf eine Seite derart gelegt, dass ein Schildzapfen vertikal nach aufwärts gerichtet ist. Hierauf wird die Schlussscheibe *f*, Fig. 169, abgenommen, die von früher locker gebliebene Masse festgedämmt, das Schildzapfenmodell noch weiter bis zu seiner oberen Kreisfläche eingedämmt, die Masse daselbst ausgeglichen, das Spundmodell *g* eingesetzt und der Zwischenraum bis zum Rande des Mantelcylinders eingedämmt, das Spundmodell herausgenommen das Mittelstück der Form auf die andere Seite umgekehrt und der zweite Schildzapfen auf dieselbe Weise ausgefertigt.

(Fig. 173, n. 1/12.)



Zum Herausziehen der eingeformten Modelltheile werden die Formstücke mit dem grösseren Durchmesser nach aufwärts gestellt, die Schliessen an den Schlussleisten losgemacht, die Modelltheile durch Anschlagen mit einem Hammer an die inneren Wände gelüftet, und die Schrauben zum Festhalten der Schildzapfen und Henkelwarzen abgenommen. Hierauf werden die Hängeeisen *e e*, Fig. 173, in die Haken *h h* eingehängt, die Modelltheile mittelst zweier eiserner Hebstangen *c c* aus den Formen vorsichtig herausgehoben, die Schildzapfen und Henkelwarzen, welche in der Form stecken bleiben, behutsam nach innen herausgenommen und die Bolzen an den Schlussleisten wieder fest angezogen. Endlich werden die an den inneren Theilen der Form etwa entstandenen Beschädigungen mittelst Formkellen sorgfältig ausgebessert. Zum Herausheben der Modelltheile grösserer Kaliber bedient man sich einer Schraubenvorrichtung, deren Einrichtung und Gebrauchsweise leicht aus Fig. 174 zu ersehen ist.

(Fig. 174, n. 1/12.)



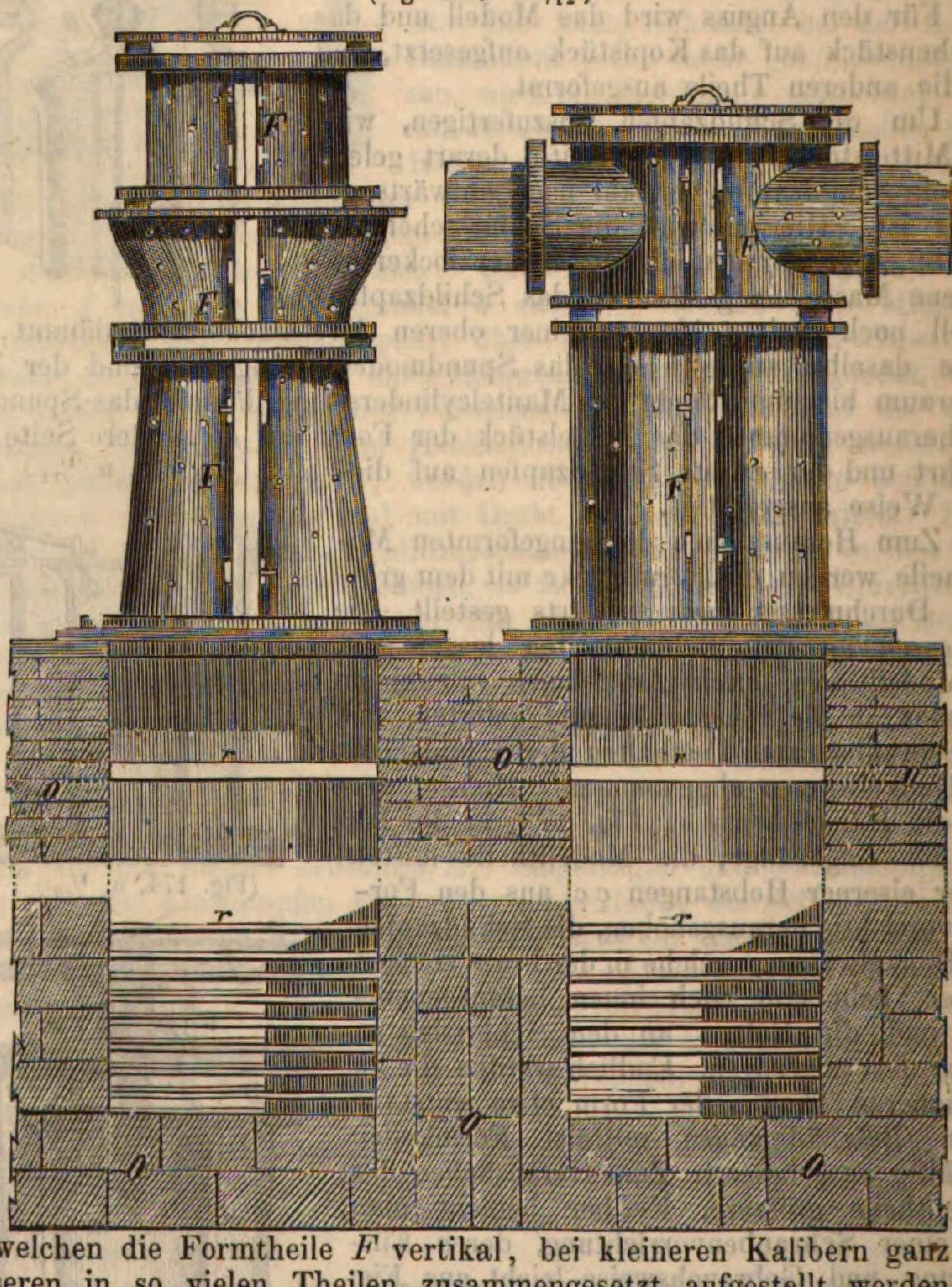
Das Formen der Hinterladungs-Kanonen und der Mörserrohre (mit Rücksicht auf den Mangel der Henkel und der Traube bei ersteren, dann auf das Vorhandensein eines Henkels bei letzteren), sowie das Herausziehen der

eingeformten Modelltheile bietet gegen die eben beschriebenen gleichen Arbeiten im Allgemeinen keine Verschiedenheit dar.

Die Dauerzeit für das Einformen und Ausbessern der Form beträgt nach der Grösse des Rohrkalibers 4 bis 20 Stunden.

Das Brennen der Form geschieht in einer Seitenkammer des Gusshauses auf $1\,^1/_2$ bis 2′ hohen, aus Ziegeln gemauerten Oefen *O*, Fig. 175

(Fig. 175, n. $^1/_{12}$.)



auf welchen die Formtheile *F* vertikal, bei kleineren Kalibern ganz, bei grösseren in so vielen Theilen zusammengesetzt aufgestellt werden, als mittelst des Krahnes bewegbar sind. Auf dem Roste *r* wird aus weichem, trockenem Fichtenholze ein Feuer angelegt, dessen Flamme durch die Form wie durch eine Esse streicht. Das Feuer muss möglichst gleichmässig unterhalten und das Brennen so lange fortgesetzt werden, bis alle Dämpfe entweichen und die Form innen vollständig roth gebrannt ist. Wo möglich soll das Brennen an dem Tage vor dem Gusse geschehen,

damit die Form nicht wieder Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anziehen kann. Die Dauer des Brennens beträgt 7 bis 10 Stunden und der Holzverbrauch $^3/_4$ bis $1\,^1/_2$ Klafter. Die zum Verschliessen der Bohrzapfen- und Schildzapfenöffnungen gehörigen Lehmspunde *f' f'*, Fig. 168 und 169, werden in Kohlenfeuer geglüht.

Um glatte Gussflächen zu erhalten und ein leichtes Trennen der Formmasse von dem Gusskörper zu bewirken, werden die inneren Flächen der Form, welche beim Brennen häufig Risse erhalten, geschlichtet.

Die Schlichte für den Bronzeguss besteht aus Bergkreide, feinster Porzellanerde und Leimwasser; jene für Eisen aus Graphit und siedendem Wasser. Zum Schlichten werden die gebrannten und etwas abgekühlten Formtheile vom Ofen abgehoben, die einzelnen Stücke auf Unterlagen gestellt und der Abkühlung bis auf 80° R überlassen. Diese Temperatur ist nothwendig, damit das Wasser der Schlichte verdampfen kann; eine höhere Temperatur würde das gleichförmige Auftragen der Schlichte wegen des schnellen Eintrocknens nicht gestatten, und eine dicke Schichte wäre wegen der zu gähen Gasentwicklung beim Gusse nachtheilig. Die Schlichte wird mit breiten, weichen Borstpinseln, bei Eisengüssen zweimal hintereinander, bei Bronzegüssen nur einmal gleichförmig aufgetragen und gut eingerieben. Ebenso werden die Lehmspunde geschlichtet und in die Bohrzapfen- und Schildzapfenöffnungen eingesetzt, worauf man letztere mit den Schlussscheiben *t* und *f*, Fig. 168 und 169, schliesst und die vorhandenen Fugen mit Lehm gut verstreicht.

Lehmförmerei.

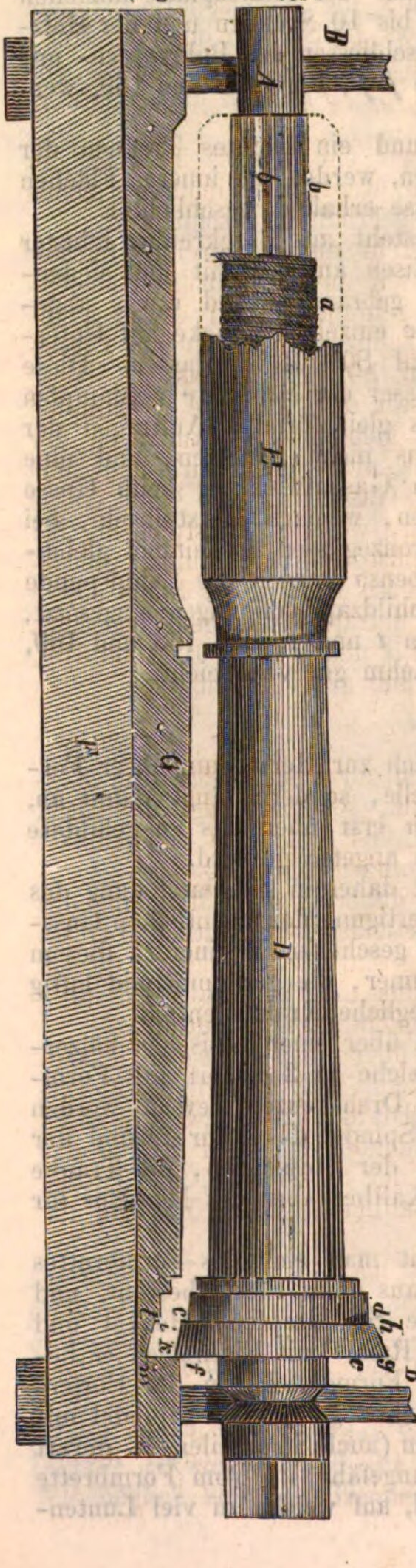
§. 216. Die Lehmförmerei bedient sich zur Herstellung ihrer Formen keiner metallenen oder hölzernen Modelle, sondern fängt damit an, sich dieselben aus Lehm zu bilden, wonach erst über das so gebildete Modell (die Kernform) die eigentliche Form angefertigt wird.

Die Erzeugung der Lehmformen zerfällt daher in die Darstellung des Modelles oder der Kernform und in die Anfertigung der eigentlichen Guss- oder Mantelform. Die angeführten Arbeiten geschehen in einer zu diesem Zwecke eingerichteten Werkstätte, Formkammer, die geräumig und luftig sein muss und entweder stehende oder bewegliche Krahne enthält.

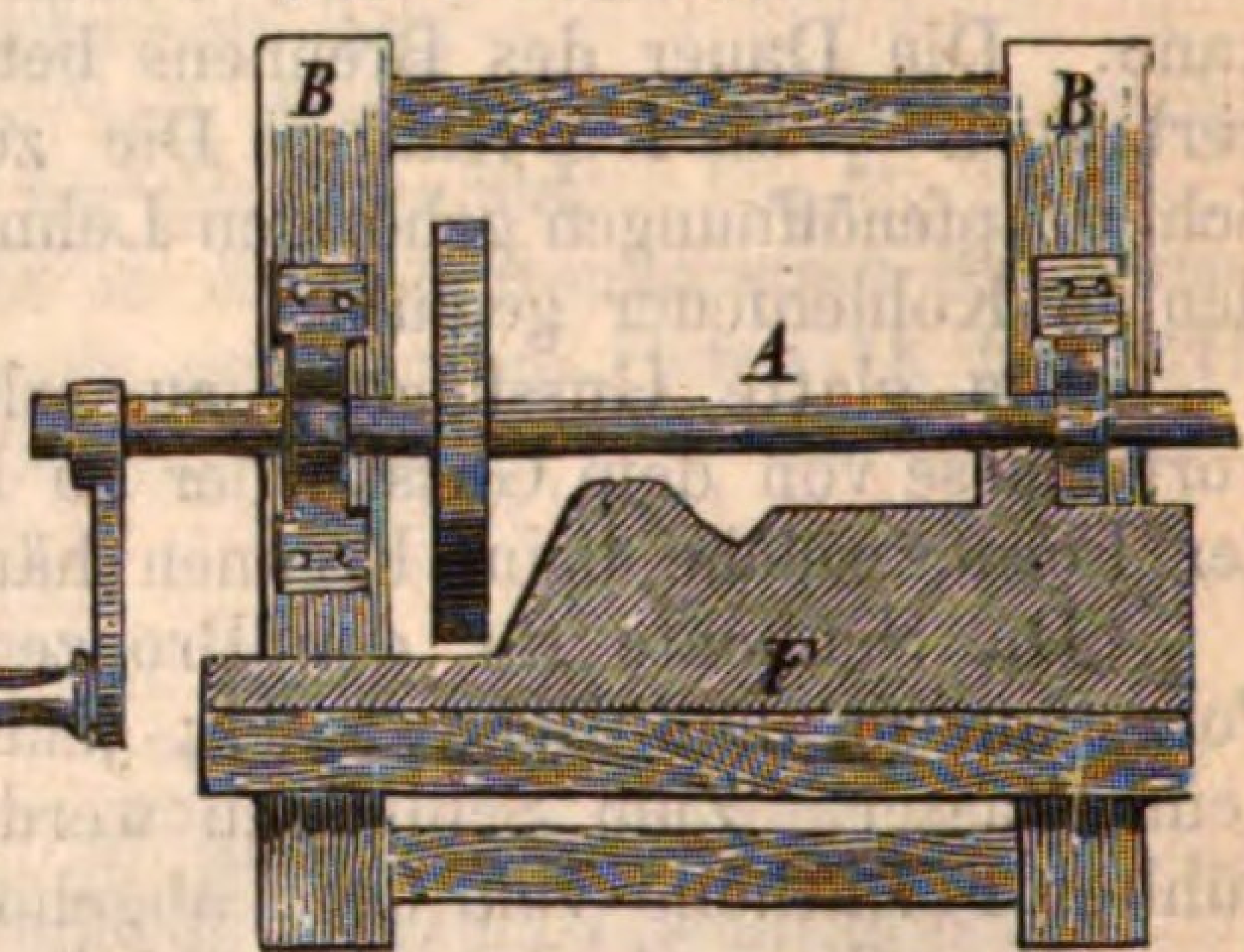
Die Darstellung des Modelles geschieht über einer konischen hölzernen Spindel, Formspindel *A*, Fig. 176, welche in 2 Lagern des Formgestelles *B B* ruht und mit Kurbeln oder Drehkreuzen bewegt werden kann. Für kleinere Kaliber wird auf dieser Spindel das Rohr *D* und der Masselot *E* und auf einer andern, Fig. 177, der Stossboden, die Traube und der Spannzapfen erzeugt, für grössere Kaliber aber der Masselot für sich geformt.

Zur Ausfertigung der Kernform bedient man sich des Formbrettes *F*, Fig. 176, d. i. einer Chablone, welche aus einer Pfoste besteht, und nach dem Profile des Geschützrohres ohne Schildzapfen, Henkel und Stossboden ausgeschnitten, und am inneren Rande mit Eisenblech *G* beschlagen ist. Das Formbrett wird auf dem Formgestelle in der Entfernung des Rohrhalbmessers von der Spindelachse gelegt, die Spindel mit Seifenwasser bestrichen und mit Luntenstricken (auch Strohseilen) *a*, derart umwickelt, dass nur ein kleiner Abstand, ungefähr 1″, vom Formbrette frei bleibt. An jene Theile der Formspindel, auf welche zu viel Lunten-

(Fig. 176, n. $^1/_{12}$.)



(Fig. 177, n. $^1/_{12}$.)



stricke gewickelt werden müssten, um die nöthigen Dimensionen zu erreichen, werden früher noch Latten, Federn, *b b* dicht angenagelt und die verwendeten Nägel nach einigen Umwindungen der Luntenstricke wieder entfernt. Auf die umwickelten Luntenstricke wird grober Gestaltlehm, der zu einem dicken Brei angemacht ist, unter beständigem Umdrehen der Spindel in zwei oder mehreren Lagen aufgetragen, und durch ein unter der Formspindel angelegtes Kohlenfeuer allsogleich getrocknet. Diese Arbeit nennt man dem Modelle die grobe Gestalt geben. Um die feine Gestalt zu erhalten, wird das Formbrett sehr genau gestellt, und eine Schichte von feinem Gestaltlehm, der zu einem dünnen Brei angerührt ist, aufgetragen.

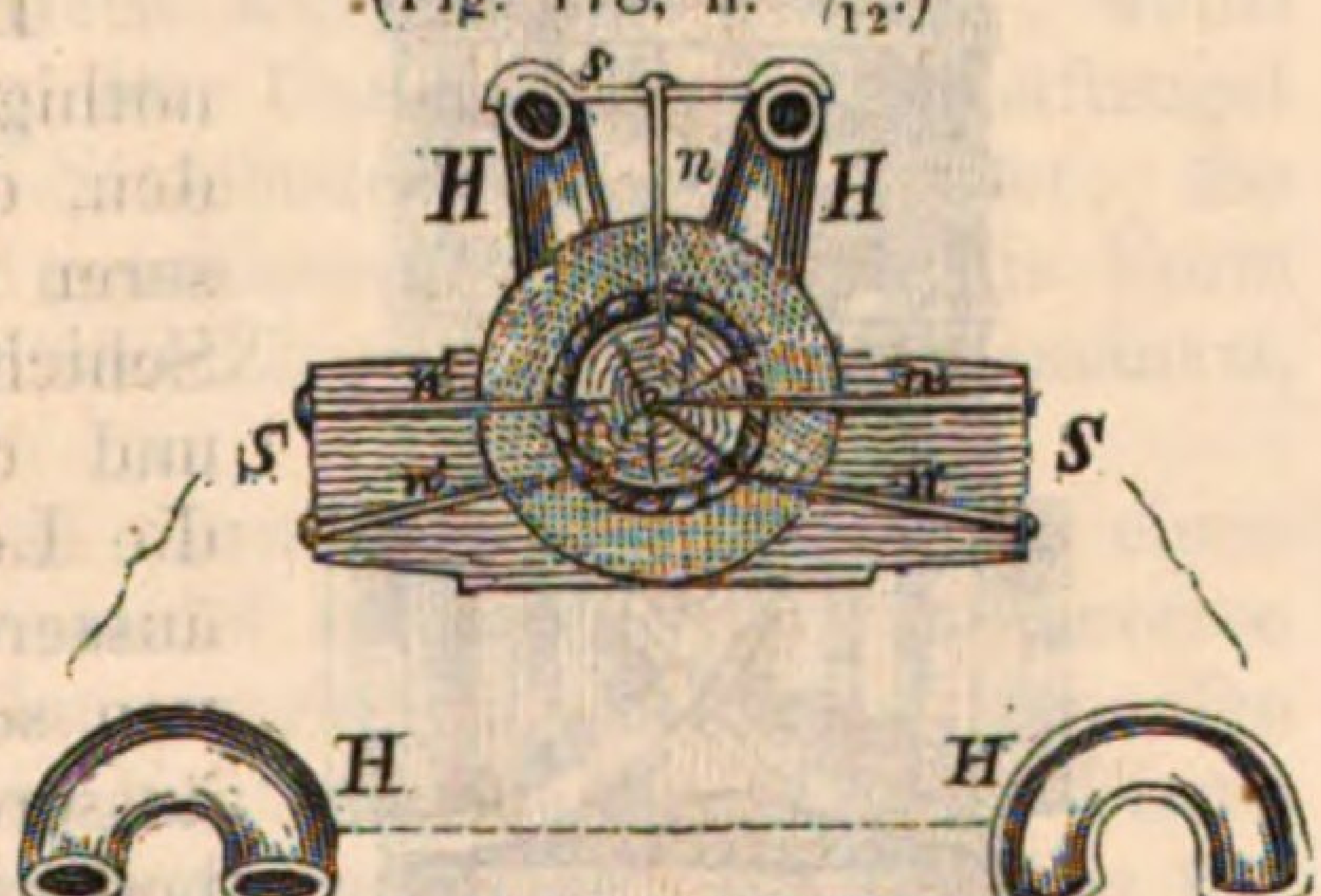
Zuletzt überzeugt man sich mit einem Bogenzirkel, ob das Modell überall die richtigen Dimensionen habe. Nachdem das Modell in der Feingestalt über Kohlenfeuer gut getrocknet ist, wird dessen Oberfläche mit heissem Unschlitt eingelassen, um die Unebenheiten und Risse auszugleichen, hauptsächlich aber, damit die darüber zu bildende Mantelform sich nicht mit dem Modelle verbinde, sondern sich vielmehr die äussersten Theile des letzteren beim Zerstören desselben leichter von der Mantelform abblättern und entfernen lassen. Hiezu werden auch vor dem Einlassen mit Unschlitt die Hervorragungen des Modelles, wie z. B. die Visirreife mit einer Säge an mehreren Orten eingeschnitten, geschröpft. — Ueber den höchsten Rand des hinteren Visirreifes wird durch paralleles Anlegen

eines geraden Bleches ein 3 bis 4″ breiter Cylinder *cdef*, Fig. 176, geformt, und nach dem Trocknen mit in Wasser angerührter Holzasche bestrichen, eingeäschert; dann auf diesen Cylinder ein sogenannter Stand, in Form eines konischen Ringes — Standring — *cdefghik*, aus Lehm aufgetragen, welcher zur Verbindung der Rohrform mit der Stossbodenform dient, und zu dessen Erzeugung im Formbrette schon eine Vertiefung *lm* eingeschnitten ist. Zur grösseren Haltbarkeit des Standes werden Eisenstücke — Standeisen — eingelegt und mit Draht und eisernen Ringen festgemacht.

Um die Stellung der Henkel und Angussscheiben zu bezeichnen, sind im Formbrette für deren vordere und hintere Ränder, dann für die Mitte der Schildzapfen, kleine Einschnitte vorhanden, welche am Modelle erhabene Ränder zurücklassen. Die Punkte für das Aufsetzen der Henkel werden gefunden, wenn man den Umfang des für die Schildzapfen bestimmten Randes in vier gleiche Theile theilt, durch die Theilungspunkte auf der Modelloberfläche gerade Linien einritzt und eine dieser Linien zur höchsten des Rohres wählt. Von dieser Linie trägt man die Herabsetzung der Henkel im Bogenmasse beiderseits auf den für dieselben bestimmten Kreisrändern auf und ritzt in diesen Punkten gerade Linien ein.

Der Ort für das Anbringen der Schildzapfen oder vielmehr die Punkte, wo ihre Achsen am Modelle auftreffen müssen, ergibt sich, wenn man von den zwei zunächst der höchsten Linie sich gegenüber liegenden Linien am Kreisrande für die Schildzapfen das Mass der Herabsetzung ihrer Achsen aufträgt und durch eingeritzte Linien markirt. Die aus Lehm hohl erzeugten Henkelformen *H*, Fig. 178, und die aus Holz gebildeten Schildzapfen *S S* werden, ihrer Bezeichnung gemäss, auf die betreffenden, an der Oberfläche des Modelles bezeichneten Punkte und eingeritzten Linien aufgesetzt; ferner werden die durch eine gebogene Schiene *s* verbundenen Henkelformen mittelst eines langen Nagels *n*, und die Schildzapfenformen, nachdem man sich von ihrer richtigen Stellung mit Quadranten und Zirkel, dann durch Ablaufen der Spindel genau überzeugt hat, mittelst langer Nägel *n′ n′* an die Spindel *p* befestigt.

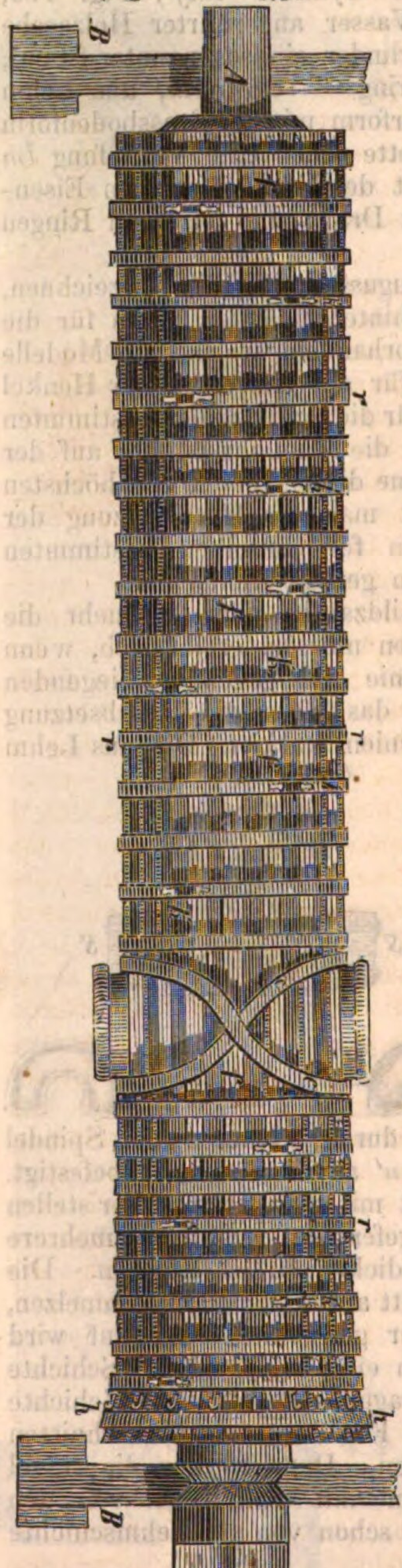
(Fig. 178, n. 1/12.)



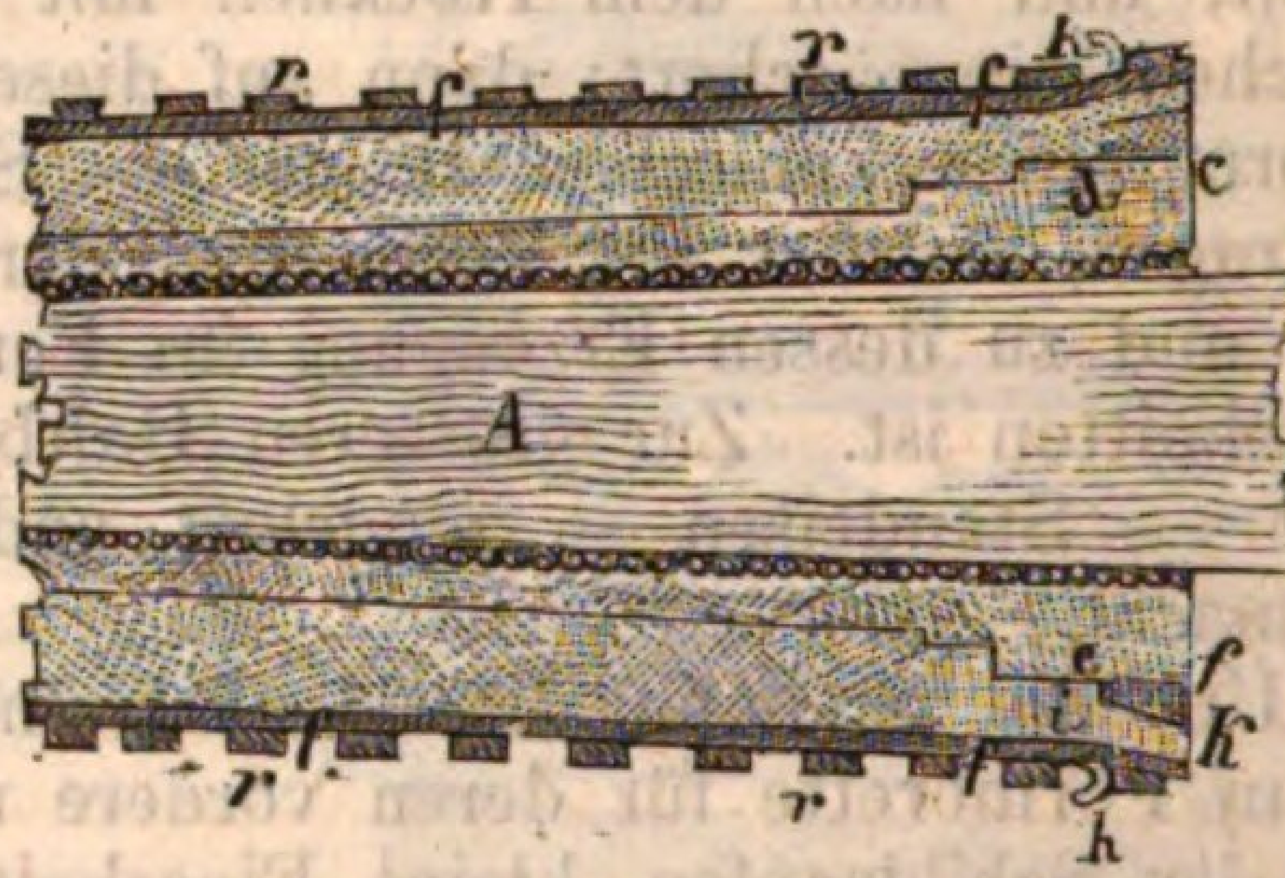
Die Anfertigung der Mantelform beginnt mit dem „In die Zier stellen der Gestalt“. Dazu werden über die ausgefertigte Kernform mehrere Schichten Zierlehm in der Konsistenz eines dicken Breies gegeben. Die erste Lehmschichte wird, um nicht das Unschlitt am Modelle abzuschmelzen, an der Luft, die folgenden über Kohlenfeuer getrocknet. Hierauf wird ausgeformt, d. h. es wird über den Zierlehm eine bei 3″ dicke Schichte Formlehm von teigartiger Konsistenz aufgetragen. Damit diese Schichte überall gleich dick ausfalle, wird sie an ein Formbrett mit Ausschnitten für Henkel- und Schildzapfen ablaufen gelassen. Dann werden die Nägel aus den Schildzapfenmodellen und die Schiene mit dem Nagel von den Henkeln abgenommen, weil diese Theile jetzt schon von der Lehmschichte der Mantelform festgehalten werden.

Zur nöthigen Festigkeit wird die Mantelform mit Formschienen *fff*

(Fig. 179, n. $^1/_{12}$.)



(Fig. 180, n. $^1/_{12}$.)



und Reifen $r\,r\,r$ belegt — abgebunden —, wie es Fig. 179 und 180 zeigt. Erstere, mit Haken h, h versehen, werden bis zum Auflegen der Reife einstweilen mit umwickeltem Drahte festgehalten, die Reife selbst mittelst eines ausgeglühten, um eigene Haken h', h' gewundenen Drahtes fest angezogen.

Ueber die Erhöhung, welche die Henkel bilden, werden zwei entsprechend gebogene Schienen $c\,c$ kreuzweise so angelegt, dass die Schildzapfen zwischen den Kreuzöffnungen frei bleiben.

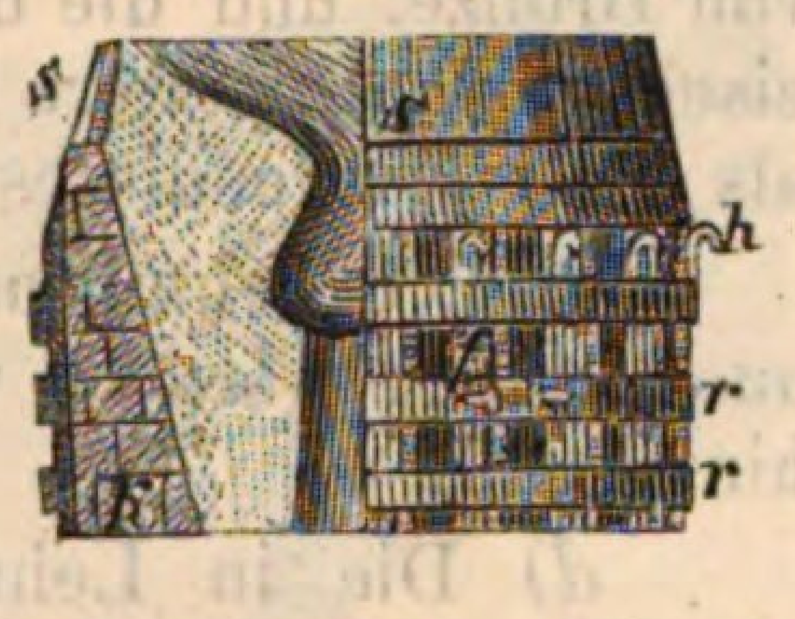
Die Formen grösserer Kaliber werden der nöthigen Festigkeit wegen zweimal abgebunden, d. i. mit einem inneren und einem äusseren Bunde versehen. Hiezu wird die erste Schichte Formlehm 1 $^1/_2$″ dick aufgetragen und der innere Bund hergestellt, sodann die Lehmstärke auf 4″ gebracht und der äussere Bund angelegt. Es versteht sich von selbst, dass in diesem Falle nur für den äusseren Bund die in der Gegend des Stossbodens mit den Haken h, h versehenen Formschienen f, f verwendet werden. Der für grössere Kaliber für sich geformte Masselot wird nur einmal abgebunden. Nach dem Abbinden wird die Form noch mit einer dünnen Lehmschichte überzogen, welche alle vorstehenden Drahtenden bedeckt, um Beschädigungen daselbst zu verhindern.

Das Modell der Stossbodenform sammt Traube und Bohrzapfen wird über einer eisernen Spindel A, Fig. 177, aus Gyps erzeugt, mit Unschlitt eingelassen und darüber die eigentliche Form, Fig. 181 und 182, gebildet. Hiezu wird dasselbe mit 3 bis 4 Schichten Zierlehm umgeben, dann mit Schienen und Draht abgebunden und mit Formlehm derart

(Fig. 181, n. $^1/_{12}$.)



(Fig. 182, n. $^1/_{12}$.)



ausgeformt, dass die Mantelstärke 4″ beträgt und am Bohrzapfen ein kleines konisches Loch bleibt.

Zur Trennung der Kerngestalt von der Mantelform wird diese sammt Kern und Spindel auf den Formschlitten (Rahmen aus starken Balken, auf welchem die Form auf mehreren Stellen gut aufliegt) gehoben und mit Ketten befestigt. Am Ende der Spindel wird ein Theil des umwickelten Luntenstrickes losgemacht und die Spindel mit einem hölzernen Klotze herausgestossen, worauf die Formfedern herausgezogen und die Luntenstricke abgewickelt werden. Ferner wird die Gestalt herausgebrochen, und um dies zu erleichtern Kohlenfeuer in das Innere gebracht, wodurch der Lehm mürbe wird und sich leicht von der Mantelform abblättert. Der Standring wird endlich vorsichtig herausgenommen und die Schildzapfenmodelle werden in das Innere der Form geschoben und entfernt.

Das Gypsmodell der Stossbodenform wird nach dem völligen Trocknen der letzteren herausgebrochen, und die Form in den Stand mit Lehm und Ziegelstücken derart eingesetzt (Fig. 182), dass die Achsen des Standringes und der Stossbodenform in ein und derselben geraden Linie liegen.. Die innen etwa beschädigte Stossbodenform wird ausgebessert, dann mit Bier ausgewaschen, über einen kleinen, aus Graphitziegeln gebildeten Windofen gestellt und mittelst Kohlenfeuer gebrannt, wobei die im Bohrzapfen gelassene Oeffnung zur Unterhaltung des Luftzuges dient. Nach dem Brennen wird die Stossbodenform geschlichtet, das Bohrzapfenloch mit einem Lehmspunde geschlossen und endlich die Form in den Stossbodenkorb *K* mit Gyps und Ziegelstücken so eingemauert, dass der Stand *s* frei herausragt.

Die Mantelform wird mittelst eines zweirädrigen Gestelles an einen geeigneten Ort gebracht, mit demselben schief aufgestellt und am unteren Formrande so untermauert, dass das Mauerwerk einen kleinen Brennofen bildet und die schief stehende Form den Schornstein abgibt. Ein Flammenfeuer, welches $^1/_2$ bis 1 Stunde unterhalten wird, zerstört das von der Kernform zurückgebliebene Unschlitt, worauf die Form niedergelassen, im Innern ausgebessert, mit Bier ausgewaschen, dann abermals unter dem Winkel von 75 bis 80° gegen den Horizont schief aufgestellt und hart ausgebrannt wird. Das Hartausbrennen geschieht durch ein Flammenfeuer, welches bei kleineren Geschützformen 5 bis 6 und bei grösseren 8 bis 10 Stunden und darüber unterhalten wird. Nach dem Brennen wird die Form horizontal gelegt, und wenn sie auf 90 bis 80° R abgekühlt ist, mit einem Borstwische rein ausgekehrt und ebenso wie die Stossbodenform geschlichtet. An der erkalteten Form werden die Schildzapfenöffnungen mit Graphitplatten (Laiber) geschlossen, wozu man jede Platte erst auf dem Rande der Schildzapfenöffnung vollkommen passend abreibt und dann mit einer Eisenschiene, deren 4 Haken mit Eisendraht an die Kreuzschienen des Mittelstückes gebunden werden, befestigt. Die Fugen, wo die Graphitplatten anliegen, verschmiert man noch mit Lehm, worauf die Formtheile zum Einsetzen in die Dammgrube vorbereitet sind.

§. 217. Vergleicht man die Lehm- und Massenförmerei in Bezug auf die Erzeugung der Geschützformen, so ergibt sich:

a) Zur Herstellung einer Geschützform in Lehm werden 10 bis 12 Tage erfordert, während sie durch Anwendung der Massenförmerei, selbst für den grössten Kaliber in einem Tage fertig wird (für eine 8pfd. Kanone durch 6 Mann in 12 Stunden), daher ist bei letzterer eine grosse Ersparrung an Arbeitskräften und Zeit.

b) Da das Lehmmodell nur stückweise aus der Form herausgebracht werden kann, so erfordert jede Form ein neues Modell.

Bei der Massenförmerei genügt für jeden Kaliber nur ein Modell von Bronze, und die dazu gehörige Umhüllung — Formflasche — aus Gusseisen, welch' letztere allein in so viel Garnituren vorhanden sein muss, als man Rohre dieses Kalibers gleichzeitig zu giessen gedenkt.

c) Die Lehmformen müssen eingedämmt und nach dem Gusse wieder ausgegraben werden, welche beschwerliche Arbeit bei der Massenförmerei hinwegfällt.

d) Die in Lehm gegossenen Kanonen von grossem Kaliber fallen der Länge nach vielfach gekrümmt und im Querschnitt etwas oval aus, weil sich die Formspindel durch das Gewicht der Form biegt, und die Form nach dem Ausziehen des Kernes einsinkt; die richtig abgedrehten Modelle bei der Massenförmerei, sowie die Solidität der Formflaschen beseitigen diese Mängel, wodurch bei letzterer eine grössere Genauigkeit in der Arbeit erzielt wird.

e) Der Aufwand an Brennmateriale ist in beiden Fällen gleich; der Lehm ist vom abgeplünderten Geschütze nicht mehr zu brauchen, während ein grosser Theil der Formmasse verwendet werden kann. — Der genannten Vortheile wegen ist in der österreichischen Artillerie die Anwendung der Sandformen allgemein eingeführt, um so mehr, da Versuchen zu Folge, die in Sandformen gegossenen Geschütze den in Lehmformen erzeugten in Bezug der Ausdauer durchaus nicht nachstehen. Nur wenn einige Exemplare eines neu konstruirten Gussstückes erzeugt werden sollen, und sich sonach die Unkosten, welche die Anschaffung des metallenen Modelles und der Formflaschen erfordert, nicht rentiren würden, ist die Lehmförmerei vorzuziehen; sie wird daher immer zur Anfertigung der Formen für ein etwa versuchsweise zu erzeugendes Geschütz, für Geschütze, bei welchen zu erprobende Konstruktionsänderungen vorgenommen wurden, sowie zur Erzeugung der zur Massenförmerei erforderlichen Modelle und Flaschen, endlich zur Erzeugung solcher Körper, für welche noch keine Modelle vorhanden sind, in Anwendung bleiben.

Auf die Sandförmerei kommen wir nochmals beim Munitionsguss zurück.

Einsetzen der Formen in die Dammgrube.

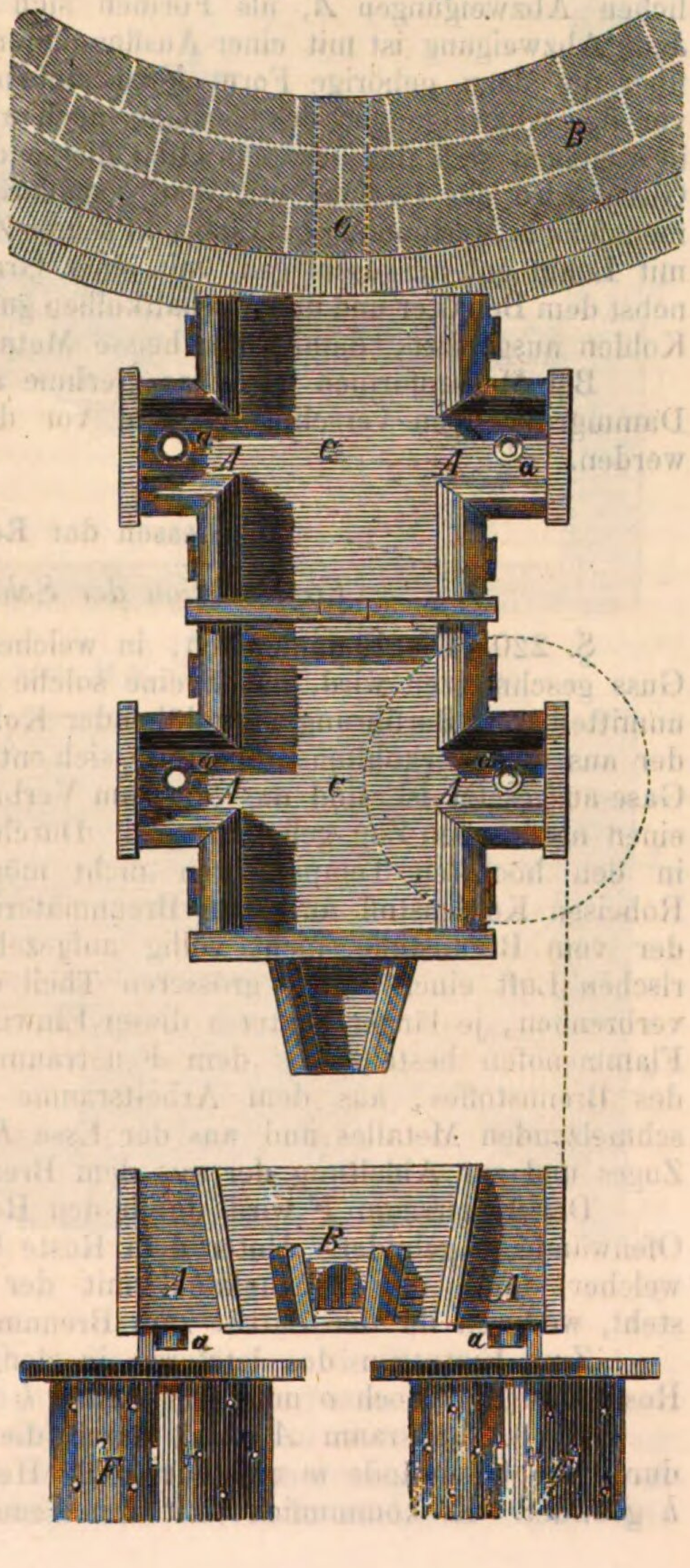
§. 218. Vor dem Gusse werden die Formen in die vor dem Flammenofen befindliche, entsprechend tief ausgehobene Dammgrube eingesetzt, damit das flüssige Metall aus der Abstichöffnung des Ofens durch ein Gerinne in die obere Oeffnung der Formen fliessen könne.

Das Einsetzen derselben geschieht mittelst eines über der Dammgrube befindlichen, eigens konstruirten Hebzeuges und beginnt bei Lehm-

formen oder bei den in ihre Theile zerlegten Massenformen, beziehungsweise mit dem Hinablassen der Stossbodenform oder des Bohrzapfentheiles.

Um die Achsen dieser und aller übrigen Formtheile in ein und dieselbe vertikale Linie zu bringen, wird an den Abstich des Flammenofens eine hölzerne Lehre, welche das Gerinne, Fig. 183, vorstellt, gelegt, sodann von demjenigen Punkte derselben, der die betreffende Ausflussöffnung *a* im Gerinne anzeigt, ein Senkel herabgelassen und dessen Faden in die Achse der Form gebracht. Nun wird bei Lehmformen die Stossbodenform bis zu den Haken des Stossbodenkorbes mit Erde ringsum eingedämmt und zur Vermeidung jeder Verunreinigung des Innern einstweilen mit einem Tuche verdeckt, hierauf die ganze übrige Geschützform hinabgelassen und nach Rektificirung ihrer Lage und Entfernung des Tuches auf den Stand gut schliessend aufgesetzt. Nachdem die Haken des Korbes *h*, Fig. 182, und jene der Form *h*, Fig. 181 und Fig. 179, mit Eisendraht fest verbunden und die Zusammensetzungsfugen mit Lehm verstrichen wurden, wird die genau vertikale Lage der Formachse nochmals untersucht und dann die Form bis auf ungefähr 8″ vom oberen Rande mit Erde ringsum gut eingedämmt. Bei Massenformen werden auf den eingesetzten und vertikal gestellten Bohrzapfentheil die übrigen Formtheile der Ordnung nach in die Dammgrube hinabgelassen, in ihrer Lage geprüft und untereinander befestigt.

(Fig. 183, n. $1/_{24}$.)



Ein Eindämmen der Massenformen findet ihrer genügenden Widerstandsfähigkeit wegen, die sie der flüssigen Metallmasse bieten, nicht Statt; es genügt, wenn sie mittelst Ketten und Spreizstangen oder mit eisernen Schienen am oberen Theile in der Dammgrube derart befestigt werden, dass sie ihre vertikale Lage beibehalten können.

Wenn alle für den Guss bestimmten Formen in die Dammgrube eingesetzt und festgestellt sind, so werden sie im Innern mittelst eines an einer Stange angebrachten Wachslichtes beleuchtet, die etwa hineingefallenen Unreinigkeiten mittelst der Tupfstange (Stange mit daran befestigtem Pickwachs) sorgfältig herausgeschafft, und ihre Mündungen mit Blechdeckeln verdeckt.

§. 219. Ueber die eingesetzten Formen wird das Gerinne, Fig. 183, angebracht. Dasselbe ist aus Eisenblech erzeugt, aus mehreren Stücken zusammengesetzt und besteht aus dem Hauptkanale *C* und so vielen seitlichen Abzweigungen *A*, als Formen sich in der Dammgrube befinden. Jede Abzweigung ist mit einer Ausflussöffnung (Einlauf) *a* versehen, welche über die dazu gehörige Form *F* zu stehen kommt. Für Eisengüsse ist vor den Abzweigungen des Gerinnes noch ein eigener Behälter angebracht, in welchem sich das aus dem Ofen fliessende Eisen ansammelt. Vor dem Gusse wird das Gerinne mit dem gemauerten Abflusskanal *B* des Flammenofens in Verbindung gebracht, in seinen Zusammenfügungen verschmiert, mit Lehm gut ausgeschlagen, mit einer Graphitschlichte bestrichen, dann nebst dem Behälter und den Vorhaltkolben gut getrocknet und mit glühenden Kohlen ausgehitzt, damit das heisse Metall sich nicht zu sehr abkühle.

Bei Massenformen wird das Gerinne auf Pfosten gelegt, welche die Dammgrube oben verschliessen und vor dem Gusse mit Sand bestreut werden.

β. Giessen der Rohre.

Konstruktion der Schmelzöfen.

§. 220. Die Flammenöfen, in welchen das Geschützmetall für den Guss geschmolzen wird, haben eine solche Einrichtung, dass es nicht der unmittelbaren Berührung mit glühender Kohle, sondern blos der Flamme der aus dem verkohlten Brennstoffe sich entwickelnden und verbrennenden Gase ausgesetzt ist, und dass die zum Verbrennen nöthige Luft blos durch einen natürlichen Zug geliefert wird. Durch diese Einrichtung ist es selbst in den höchsten Temperaturen nicht möglich, dass umzuschmelzendes Roheisen Kohlenstoff aus dem Brennmateriale aufnehme, vielmehr wird der vom Brennstoffe nicht völlig aufgezehrte Sauerstoff der atmosphärischen Luft einen um so grösseren Theil des Kohlenstoffes im Roheisen verbrennen, je länger letzteres dieser Einwirkung ausgesetzt bleibt. Jeder Flammenofen besteht aus dem Feuerraum *F*, Fig. 184, zur Aufnahme des Brennstoffes, aus dem Arbeitsraume *A*, zur Aufnahme des umzuschmelzenden Metalles und aus der Esse *E*, zur Erzeugung des nöthigen Zuges und zur Ableitung der aus dem Brennstoffe entwickelten Gase.

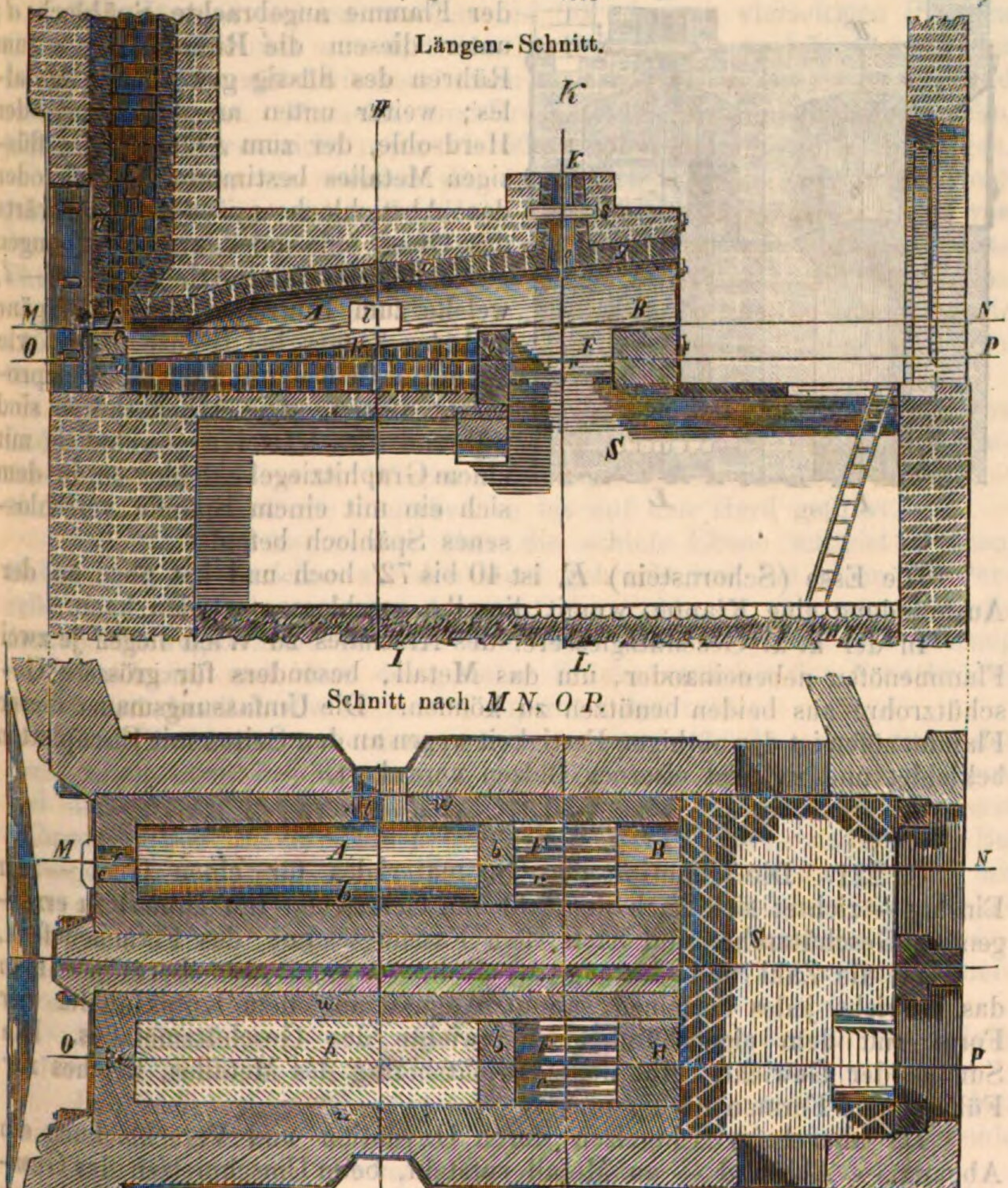
Der Feuerraum *F* wird durch den Rost *r*, das Gewölbe *g* und die Ofenwände *w* gebildet. Unter dem Roste befindet sich der Aschenfall *S*, welcher durch den Luftzugkanal mit der äusseren Luft in Verbindung steht, wodurch ihr der Zutritt zum Brennmateriale gestattet wird.

Zum Eintragen des letzteren in den Flammenraum ist ober dem Roste das Schürloch *o* und der Kasten *k* mit dem Schuber *s* angebracht.

Der Arbeitsraum *A* wird durch die Fortsetzung des Gewölbes *g*, durch die Ofenwände *w* und durch die Herdsohle oder den Schmelzherd *h* gebildet. Er kommunicirt mit dem Feuerraume und ist daselbst durch

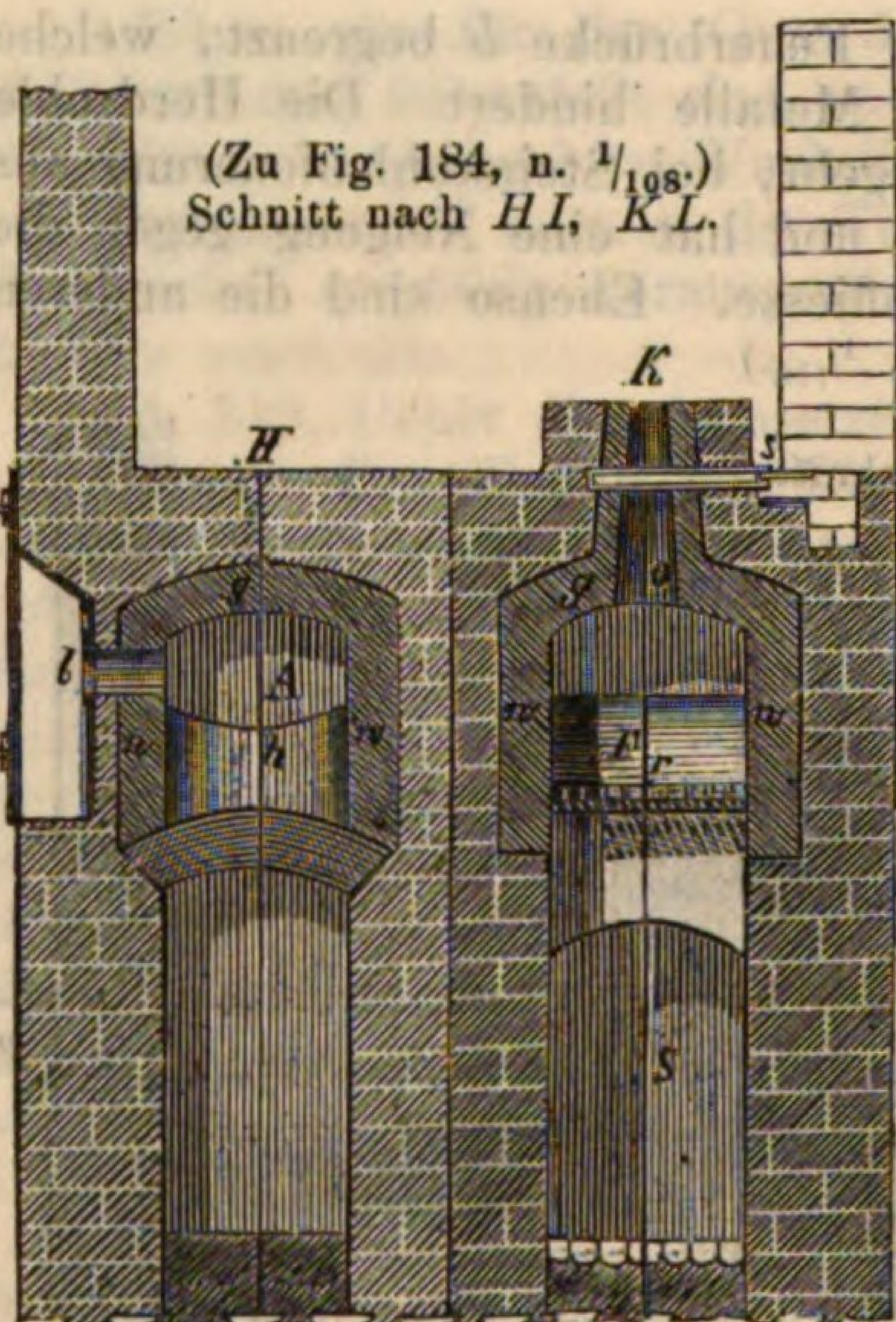
eine niedere Mauer, Schwallmauer oder Feuerbrücke b begrenzt, welche den Kontakt des Brennstoffes mit dem Metalle hindert. Die Herdsohle besteht bei Holzfeuerung aus Graphitziegeln, bei Steinkohlenfeuerung aus Porzellanziegeln oder feuerfestem Sande und hat eine Neigung gegen die Esse, damit das geschmolzene Metall abfliesse. Ebenso sind die anderen

(Fig. 184, n. $^1/_{108}$.)



inneren Theile des Ofens, welche mit der Flamme in Berührung stehen, aus einem feuerfesten Materiale, gewöhnlich feuerfesten Ziegeln, erzeugt.

Das Gewölbe ist ganz niedrig und wird, so wie der Arbeitsraum von der Feuerbrücke an, gegen die Esse zu immer enger, um die nach dieser Richtung abnehmende Hitze mehr und mehr zu koncentriren. Die



engste Stelle des Gewölbes bildet den Fuchskanal oder Fuchs *f*, welcher die Verbindung des Arbeitsraumes mit der Esse bewerkstelligt. An der vorderen Seite des Ofens befindet sich in der Höhe des Fuchses das zur Beobachtung der Flamme angebrachte Spähloch *d*; unter diesem die Rühröffnung *c* zum Rühren des flüssig gewordenen Metalles; weiter unten an der Ebene der Herdsohle, der zum Ablassen des flüssigen Metalles bestimmte Abstich oder das Abstichloch *a*, endlich seitwärts des Ofens eine oder zwei Oeffnungen — Ofenfenster oder Arbeitsthüren — *l*, welche zum Eintragen der Bohrspäne und des Zinnes bei Bronzegüssen, wie auch zur Beobachtung des Schmelzprocesses dienen. Die Arbeitsthüren sind während des letzteren gewöhnlich mit einem Graphitziegel geschlossen, in dem sich ein mit einem Spunde verschlossenes Spähloch befindet.

Die Esse (Schornstein) *E*, ist 40 bis 72′ hoch und hat oben an der Ausmündung eine Klappe, womit dieselbe geschlossen werden kann.

In der k. k. Geschützgiesserei des Arsenales zu Wien liegen je zwei Flammenöfen nebeneinander, um das Metall, besonders für grössere Geschützrohre aus beiden benützen zu können. Die Umfassungsmauer dieser Flammenöfen ist der nöthigen Festigkeit wegen an den Seiten mit Eisenplatten bekleidet und mittelst eiserner Bolzen verankert.

Einsetzen und Schmelzen des Metalles.

§. 221. Die Quantität des Gussmateriales für einen Guss — der Einsatz — richtet sich nach der Zahl und Grösse der auf einmal zu erzeugenden Geschützrohre und nach dem Fassungsraume des Flammenofens.

Ist die Zahl und Gattung der Rohre bekannt, so berechnet man das Gewicht jedes einzelnen sammt Anguss aus dem Kubikinhalte der Form und dem eigenthümlichen Gewichte des Geschützmetalles. Die Summe der Gewichte gibt den Gewichtsbetrag des Metalles, welches zur Füllung der Formen nöthig ist.

Da aber beim Schmelzen durch Oxydation und Verschlackung ein Abgang — Abbrand — an Metall entsteht, beim Umschmelzen des Gusseisens insbesondere viel Schaleneisen im Ofen zurückbleibt, endlich durch das Haftenbleiben an den Wandungen der Gerinne und des Ofens gleichfalls die Metallmasse geringer wird, so muss der berechnete Gewichtsbetrag erfahrungsgemäss für Bronze um 3 bis 4 Procent, für Gusseisen um 5 bis 10 Procent vermehrt werden.

Bei bronzenen Rohren bestimmt man aus der berechneten Gussmasse das Gewicht des Kupfers und des Zinnes nach der bekannten Legirung.

Da man aber nebst bronzenen Bohrspänen meist die als Bruch-

metall klassificirten alten Rohre, deren Bronze häufig ein anderes Legirungs-Verhältniss als das bestehende zeigt, verwendet, so muss der im Früheren angedeutete Vorgang beobachtet (Probeschienen gegossen — geprüft und analysirt) werden, um den Bedarf an reinem Kupfer und Zinn zu ermitteln, durch welchen das etwa abgängige Gewicht des berechneten Einsatzes ergänzt und das vorgeschriebene Verhältniss hergestellt wird.

Bei eisernen Rohren werden die 30" langen vierseitigen Prismen (Flossen) im Gewichte von 4, 8 bis 12 Ctr. mit ihrer Länge nach der Länge des Ofens mit Zwischenräumen von 4 bis 5" neben einander und rostförmig gelagert. Masselot- und Brucheisen kommen nächst der Brücke, jedoch soll letzteres nicht mehr als 60% des ganzen Einsatzes betragen.

Die Flossen etc. werden dabei auf den Porzellanziegeln so hoch gelegt, dass sie bei wachsender Höhe der geschmolzenen Masse nicht von derselben erreicht werden, weil von der geschmolzenen Masse umhüllte Theile des starren Metalles schwerer zum Schmelzen gebracht werden.

Was den Fassungsraum eines Flammenofens betrifft, so können darin 125 bis 130 Centner Bronze oder 70 bis 75 Centner Eisen für einen Guss umgeschmolzen werden.

Zum Einsetzen des Geschützmetalles in den Flammenofen, oder zum Laden desselben wird die hintere Wand *B*, Fig. 184, zum Theil aufgerissen und von ihr eine aus Pfosten angefertigte schiefe Ebene — Brücke — über deren Rost und die Feuerbrücke bis auf den Herd geführt.

Die Metallstücke werden über die schiefe Ebene mittelst Walzen, Hebbäumen und Stricken auf den Herd gebracht und bei Eisen auf Porzellanziegel, bei Bronze aber blos auf die Sohle so gelagert, dass die darüber hinwegziehende Flamme alle Oberflächen möglichst gleichförmig berühren kann, und dass die grössten Stücke zunächst der Feuerbrücke liegen, weil daselbst die höchste Temperatur herrscht.

Für Bronzegüsse werden nur die grossen Stücke, und zwar das Bruchmetall oder das Kupfer vor dem Anfeuern des Ofens eingetragen, und die zu verwendenden Bohrspäne oder das erforderliche Zinn erst während des Schmelzprocesses durch die Arbeitsthüren zugesetzt. Bei Eisengüssen wird stets der ganze Einsatz, bestehe dieser aus Flossen mit oder ohne Zusatz von Masseloteisen oder aus Bruchstücken alter Rohre allein, auf einmal vor dem Anfeuern des Ofens eingetragen. Nach bewirktem Laden des Ofens wird die aufgerissene hintere Wand mit feuerfesten Ziegeln und Lehm wieder vermauert.

Zum Schmelzen der Bronze wird als Feuerungsmateriale stets Holz, und zum Umschmelzen des Roheisens Holz oder Steinkohle verwendet.

Das Holz muss gut ausgetrocknet, rasch brennend sein und darf keine zu feste Kohle bilden. Die zur Feuerung verwendete Steinkohle soll möglichst frei von Schwefel, weder backend noch fahrend sein.

In der k. k. Geschützgiesserei zu W i e n verwendet man zum Schmelzen der Bronze klein gespaltenes Kiefer- oder Föhrenholz und zum Umschmelzen des Eisens beste Ostrauer Schwarzkohle, eine in ihrer Qualität dieser gleichstehende Steinkohle, in 1 bis 2 faustgrossen Stücken, ohne weitere Vorbereitung oder gedörrtes Holz.

Zur Anfeuerung des Ofens mit Holz werden durch das Schürloch Hobelspäne und Holzstücke auf den Rost herabgeworfen, bis sie denselben 10 bis 12" hoch bedecken, worauf man sie durch brennende Hobel-

späne entzündet. Bei Steinkohlenfeuerung wird der Rost zuerst mit Stroh oder Hobelspänen bedeckt, darauf eine Schichte gut getrockneten, weichen Holzes gegeben und auf dieses eine gewisse Menge (6 bis 7 Centner) Steinkohlen geschlichtet, endlich das Ganze von unten entzündet. Das weitere Zugeben des Brennmateriales geschieht in kleinen Portionen (Gichten) nach Angabe des den Guss leitenden Assistenten oder Schmelzmeisters. Der Brennstoff wird hiezu in stets gleicher Menge durch den Kasten *k*, Fig. 184, auf den das Schürloch verschliessenden Schuber *s* aufgelegt, und fällt durch das auf Kommando bewirkte Wegziehen des letzteren auf den Rost.

Der Leiter des Schmelzprocesses beobachtet den Gang des Ofens, regulirt hiernach durch das Oeffnen oder Schliessen des Luftzugskanales und der Fuchsöffnung die Flamme, wozu er deren Höhe und Intensität durch das Spähloch des Fuchses beobachtet; ferner sieht er öfter durch das Spähloch des Ofenfensters oder vortheilhafter durch das Rührloch in den Arbeitsraum, um sich von der Gluth der Metallmasse zu überzeugen. Bei feststehender Ofenkonstruktion und Art der Lagerung und Menge des Einsatzes an Metall — sowie der Art des Feuerungsmateriales — ist die Regelung der Gichten, Zeit und Grösse der letzteren, und die Stärke des Luftzuges von dem wesentlichsten Einflusse auf den entsprechenden Schmelzungsprocess. Wenn schon beim Schmelzen der Bronze das Schüren mit besonderer Sorgfalt beobachtet werden muss, so ist es beim Eisen noch um so nothwendiger, um den grösstmöglichsten Hitzegrad zu erreichen, was bei zu viel aufgelegtem Brennmateriale eben so wenig erfolgt, als bei zu geringer Menge desselben, in welch' letzterem Falle auch überdies zu viel unverbrauchter Sauerstoff zu dem Eisen kommt. Durch die auf diese Art veranlasste zu grosse Dekarbonisation und Oxydation entsteht unschmelzbares und verschlacktes Eisen, dessen Menge selbst bis 12 Procent steigt und die Unkosten bedeutend erhöhet. Es kommt daher viel darauf an, das Eisen möglichst schnell niederzuschmelzen, indem sich besonders durch langes Glühen vor dem Schmelzen eine solche unschmelzbare Hülle (Schaleneisen) bildet, die das Flüssigwerden des darunter liegenden Eisens nur verzögert; besonders geneigt, solche Rückstände zu geben, sind gerostete Eisenstücke, daher dieselben möglichst zu vermeiden sind. Da das Eisen in dem Flammenofen zugleich in seiner Natur geändert wird, so muss der Schmelzprocess auf das sorgfältigste geregelt werden. Besondere Aufmerksamkeit ist nothwendig, wenn in zwei nebeneinander stehenden Oefen Eisen für ein grösseres Gussstück eingeschmolzen wird, um einen gleichartigen Gang in Beiden zu haben, weil sonst das in dem einen Ofen früher geschmolzene zu lange der dekarbonisirenden Wirkung ausgesetzt bleiben müsste. In diesem Falle muss auch das Eisen aus beiden Oefen zugleich abgestochen und zusammen geleitet werden, damit es sich gehörig mit einander menge, ehe es in die Form gelangt.

Bestimmte Normen und Regeln lassen sich für den Betrieb des Ofenganges nicht geben; dieser muss der Erfahrung und der praktischen Kenntniss desjenigen überlassen bleiben, welcher den Schmelzprocess leitet.

Beim Schmelzen der Bronze ist der Zeitpunkt für das Eintragen der Bohrspäne oder des Zinnes genau zu beobachten. Grosse Quantitäten Bohrspäne müssen, um die Metallmassa nicht zu sehr abzukühlen, in 2

B. Armee-
Bibliothek

bis 3 Portionen eingetragen werden. Vor dem Eintragen der ersten und jeder folgenden Portion muss die Metallmassa gehörig flüssig sein und ist mit langen hölzernen Stangen gut durchzurühren.

Nach dem Zusammenschmelzen der letzten Portion Bohrspäne wird das Zinn zugesetzt, und hierauf die ganze Metallmasse wiederholt gut durchgerührt. Um eine innige Mengung der Bestandtheile zu erzielen, wird das Rühren bis zur Eignung der Masse für den Guss — Garwerden — öfter wiederholt. Wenn das geschmolzene Metall beim Rühren nicht mehr an der Stange hängen bleibt, und das Ansehen der Metallfläche (Spiegel) auf einen genügenden Flüssigkeits- und Hitzegrad zu schliessen erlaubt, so wird nach nochmaligem Umrühren zum Giessen der Probeschiene geschritten. Nachdem diese etwas abgekühlt ist, wird sie auf einem Ambosse zum Theile abgefeilt, ein Stückchen davon abgebrochen und der übrige Theil gebogen. Die Art des Erstarrens, die Beschaffenheit des Bruches und das Verhalten beim Biegen der Probeschiene geben dem kundigen Giesser Kennzeichen über den Zustand, die gute Mengung und den gehörigen Hitzegrad des flüssigen Metalles. Wäre das Metall noch nicht zum Gusse reif (gar), so müsste der Schmelzprocess noch fortgesetzt, das Metall umgerührt, und nach einiger Zeit eine zweite Probeschiene gegossen werden. Ist schliesslich die flüssige Bronze zum Gusse geeignet, so wird der aus zwei Theilen Weinstein und einem Theile Salpeter bestehende schwarze Fluss, in einem Säckchen auf die Metall-Oberfläche geworfen, aber besser auf letztere Kohlenlösche (Holzkohlenkleie) ausgebreitet, um den Zinnabgang durch Reduktion der auf der Metallmasse sich bildenden Schlacke zu vermindern.

Bei dem umzuschmelzenden Geschützeisen handelt es sich hauptsächlich darum, fortwährend eine dünne, sauerstoffhaltige Flamme zu erhalten, was dadurch erzielt wird, dass man mit dem Aufgeben einer neuen Kohlengicht stets so lange wartet, bis durch die Rühröffnung c, Fig. 184, die vorderste Lage der Flossen deutlich sichtbar geworden ist. Diesen Zeitpunkt erkennt ein geübtes Auge bald an der Intensität der durch das Spähloch beobachteten Flamme. Das geschmolzene Eisen wird weder gerührt, noch vor dem Gusse mit Kohlenlösche bedeckt; auch wird von demselben keine Probeschiene gegossen, weil eine solche wegen der schnelleren Abkühlung andere Eigenschaften zeigen würde, als das viel voluminösere Rohr, welches gegossen werden soll. Die Dauer des Schmelzprocesses ist nach dem Gange des Ofens und der Grösse des Einsatzes verschieden. Sie beträgt bei Bronze und Holzfeuerung 4 bis 5 und bei Eisen und Steinkohlenfeuerung 3 bis 4 Stunden. Der Bedarf an Brennstoff beträgt für eine Schmelzung $2\frac{1}{2}$ bis 3 Klafter gedörrtes Holz oder 35 bis 40 Procent des Einsatzgewichtes an Steinkohle. Bei den nach Fig. 184 konstruirten Flammöfen können mit Steinkohlenfeuerung 50 Ctr. Eisen in 3, und 75 Ctr. in $3\frac{1}{2}$ Stunden vollkommen flüssig werden, und man hat nur noch 10 bis 15 Minuten zu warten, um dem Eisen noch eine höhere Temperatur zu geben, worauf sofort zum Gusse geschritten werden soll. Wenn es Umstände erheischen sollten, so kann das Eisen selbst eine Stunde lang und darüber ohne Nachtheil im Ofen flüssig erhalten werden. Eine allzu lange Dauer des Schmelzprocesses macht das Eisen nicht fester, doch geht die Entkohlung so weit, dass es aussergewöhnlich weich und sogar schmiedbar wird. Das Ausbringen ist 90 bis

93 Procent des Eiseneinsatzes, und die absolute Festigkeit je nach der Eisengattung 330 bis 350 Ctr. per Quadratzoll.

Giessen der Rohre.

§. 222. Vor dem Beginne des Gusses werden der Abflusskanal und das Gerinne von den zu ihrer Anwärmung dienenden Kohlen wohl gereinigt, die Formen aufgedeckt und die Einläufe im Gerinne mittelst früher gut erhitzter Vorhaltkolben, Fig. 185, geschlossen. Nach diesen Vorbereitungen wird zum Abstich,

(Fig. 185.)

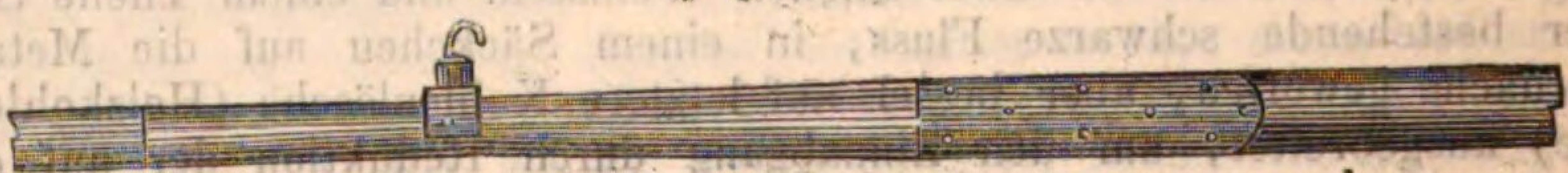


(Fig. 186.)



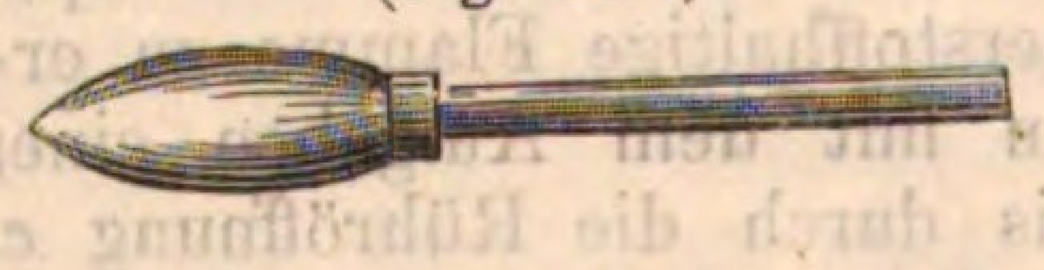
d. h. zum Oeffnen des im Flammenofen befindlichen Abstichloches *a*, Fig. 184, geschritten. Bei Eisengüssen geschieht dies mittelst einer einfachen Abstichnadel, Fig. 186, bei Bronzegüssen mit einer grossen hölzernen, mit einem eisernen Schuh beschlagenen Stange, Loseisen, Fig. 187,

(Fig. 187.)



welche an einer Kette schwebend, in das Abstichloch gestossen wird. Wäre letzteres zu gross, so wird es mit einem eigenen Vorhaltkolben, Fig. 188, etwas verschlossen, wäre es zu klein oder hätte es sich verstopft, so muss mit einem Raumeisen nachgeholfen werden.

(Fig. 188.)



Nach dem Oeffnen des Abstichloches strömt das flüssige Metall mit ziemlicher Heftigkeit aus dem Ofen und ergiesst sich bei Bronzegüssen in das Gerinne, bei Eisengüssen in den vor den Abzweigungen desselben befindlichen Behälter, in welchem es sich ansammelt. Sind dieselben beinahe voll, so wird bei Eisengüssen die mittelst des Vorhaltskolbens, Fig. 189, verschlossen gehaltene Oeffnung *o*, Fig. 183, aufgemacht und das Eisen in das Gerinne geleitet, indem man darauf sieht, dass Schaum, Schlacken, überhaupt alle Verunreinigungen in dem Behälter zurückbleiben.

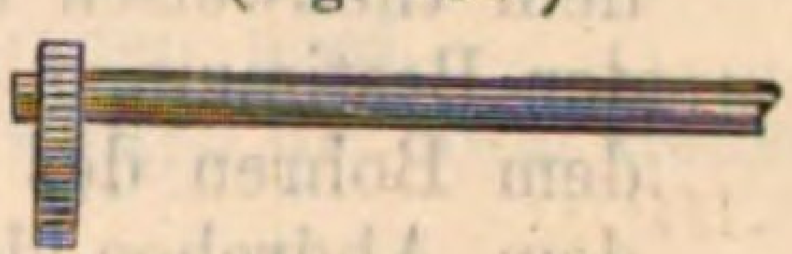
(Fig. 189.)



Hat nun das Eisen auch in dem Gerinne eine gewisse Höhe erreicht, so lässt man dasselbe, sowie die Bronze bei Bronzegüssen, durch die Ausflussöffnungen in die darunter stehenden Formen strömen, indem man die Vorhaltkolben von diesen Oeffnungen weghebt. Den Zulauf des Metalles regulirt man hiebei mittelst des Vorhaltkolbens, Fig. 188, mit dem man das Abstichloch etwas verschliesst oder öffnet. Sind mehr als zwei Formen zu füllen, so sind die Gerinntheile für zwei und zwei Formen

durch Scheidewände getrennt. Man lässt in diesem Falle die ersten beiden Formen bis auf 1′ vom oberen Rande volllaufen und hierauf die Einläufe mittelst der Vorhaltkolben, Fig. 185, schliessen. Zugleich wird der in der nächsten Scheidewand angebrachte Spund durchstossen, worauf das Metall durch die freigemachte Oeffnung in die zweite und eben so später in die dritte Abtheilung des Gerinnes, wenn eine solche vorhanden ist, fliesst. Sind alle Formen bis auf ungefähr 1′ von oben vollgegossen, so lässt man sie schliesslich ganz vollaufen und öffnet sodann das Abflussloch für das noch überflüssige Metall, welches in einem eigens meist cylindrisch geformten und ebenfalls in der Dammgrube eingesetzten Behälter oder vorgehaltenen Tiegel rinnt und Wolf genannt wird. Zuletzt wird überdies alles flüssige Metall aus dem Ofen und Gerinne mittelst eiserner, mit Lehm beschlagener Krücken, Fig. 190, in diese Vorlage herausgeräumt, das Gerinne weggenommen und die Metalloberfläche an der Mündung der Formen mit Kohlenlösche 8 bis 10″ hoch bedeckt, um das zu schnelle Erstarren zu verhindern.

(Fig. 190.)



Die gegossenen Rohre werden in der Dammgrube abkühlen gelassen, was je nach dem Rohrumfange 24 bis 72 Stunden dauert, und bei Massenformen früher als bei Lehmformen beendet ist.

Nach dem Gusse schliesst man alle Oeffnungen des Ofens, um ein Springen oder Bersten derselben durch ein zu schnelles Erkalten zu verhindern.

Ausheben der Rohlinge aus der Dammgrube.

§. 223. Die gegossenen Rohre werden sammt ihren Formen aus der Dammgrube mittelst Hebmaschinen aufgezogen. Bei Massenformen kann das Aufziehen nach dem Entfernen der Pfosten und Spreizschienen ungehindert vorgenommen, bei Lehmformen hingegen, muss früher die eingedämmte Erde ausgegraben und zur Seite geschafft werden.

Die aus der Dammgrube gehobenen Rohre werden auf niedere, starke Wagen gelegt, in die Abputzkammer gebracht, dann abgeplündert und abgeputzt.

Bei Massenformen entfernt man hiezu die Schliessen, nimmt die Bolzen heraus, trennt die Formflaschen, schlägt zuletzt die Masse ab und legt so das Gussstück bloss.

Bei Lehmformen trennt man den Stossbodenkorb von der Form durch das Aufdrehen der Drähte, welche die Haken verbinden, beseitigt die Formschienen und Reife und schlägt zuletzt den Lehm vom Rohre weg. Die bei den Zusammenfügungen der Formtheile entstandenen Gusnähte, so wie jene Stellen, in welchen sich der Lehm oder die Masse eingebrannt hätte (zumeist bei den Schildzapfen und Henkeln), gleicht man mittelst Stemmeisen, Hämmer und groben Feilen aus, wägt die massiven Rohre ab und überführt sie in das Bohretablissement zur weiteren Ausarbeitung.

γ. Bohren, Abdrehen und die damit in Verbindung stehenden Arbeiten.

§. 224. Die aus der Abputzkammer an das Bohretablissement übergebenen Geschützrohre (Rohlinge) werden hier den folgenden Arbeiten unterzogen und zwar:

Dem Abschneiden des Masselots;
dem Centriren des Rohres;
dem Abdrehen des Kopfes;
dem Ausfertigen des Schuberbandes;
dem Bohren der Seele;
dem theilweisen oder gänzlichen Abdrehen der Rohroberfläche;
der Bestimmung der Herabsetzung der Schildzapfenachse;
dem Bohren des Zündloches;
dem Abdrehen des Schuberbandes;
dem Abdrehen der Schildzapfen; und zum Hobeln des Mittelstückes so vorbereitet, kann sonach das Geschützrohr zum etwaigen Bohren des Querloches, — zum Verschrauben des Zündloches, — zum etwaigen Ziehen der Bohrung und zur gänzlichen Ausfertigung gelangen.

Bevor wir zur Besprechung der oben angegebenen im Bohretablissement des k. k. Arsenales zu Wien auszuführenden Arbeiten schreiten, wollen wir die dortselbst im Gebrauche stehende Bohrmaschine näher betrachten.

Die Hauptbestandtheile der Geschützbohrmaschine, Tafel III, Fig. 191 von *a* bis *e*, sind: das Bett *E*, der Spindelstock *A*, die Schuberbanddocke oder Lunette *B*, der Support *C* und der Bohrschlitten *D*. Das Bett *E* ist ein gusseisernes, durch Schrauben in einem gemauerten Fundamente befestigtes Gerippe mit einer gusseisernen Zahnstange *J*, und mit aufrecht stehenden Wangen *r′ r′*. Auf letzteren lassen sich die Lunette, der Support und der Bohrschlitten längs der Zahnstange verschieben oder feststellen.

Der Spindelstock oder die feste Docke *A*, Taf. III, Fig. 191 *a* und *b*, ist mit 4 Bodenschrauben *F* im Fundamente der Maschine unwandelbar befestigt und besteht aus zwei bronzenen, mit der Grundplatte aus einem Stücke gegossenen Ständern, in welchem sich je zwei Lager *a a* zur Aufnahme der Betriebswelle *b* und der Welle des Vorgeleges *c* befinden.

Die Betriebswelle erhält ihre Bewegung von der längs der Bohrsäle laufenden horizontalen Transmissionswelle, die von der Dampfmaschine des Etablissements in Bewegung gesetzt, dieselbe mittelst der zwei konischen Räder *Q*, *R* auf die Betriebswelle überträgt. Diese Uebertragung kann durch die Auslösung (Ausrückzeug) *S* beliebig unterbrochen und dadurch die Maschine zum Stillstande gebracht werden.

Zur Modificirung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Betriebswelle, welch' erstere beim Bohren und Abdrehen grösserer Rohre geringer als im Gegenfalle sein muss, sind an der Betriebs- und der Vorgelegswelle die Räder *F*, *G* und 1 bis 6 angebracht, von welchen die beiden ersteren durch Verschiebung des Auslöshebels *d* in oder ausser gemeinsamen Eingriff und hiedurch auch je zwei der Räder 1, 2 — 3, 4 — 5, 6 nach Bedarf der erwünschten Umdrehungsgeschwindigkeit in Verbindung gesetzt werden können.

Am Ende der Betriebswelle ist der Spannkopf *H* angebracht, welcher

zur Aufnahme des Spannzapfens des Rohres prismatisch ausgehöhlt und am Umfange mit 4 Spannschrauben sammt Stellmuttern *e* versehen ist, um durch selbe die Achse des Rohres an dieser Stelle in die Achse der Betriebswelle bringen zu können.

Die Lunette oder Schuberbanddocke *B*, Fig. 191 *a*, *b* und *d*, dient dem Rohre als permanentes Drehlager. Ihr Hauptbestandtheil — der Lunettenständer — ist aus Bronze gegossen und kann mittelst einer auf den vierkantigen Kopf *g* der horizontalen Spindel *h* aufgesteckten Kurbelstange längs der Zahnstange *J* des Bettes dadurch vor- oder zurückbewegt werden, dass in die Zähne der letzteren das mit der vertikalen Spindel *l* verbundene Zahnrad *m* greift, auf welches die Bewegung durch die beiden konischen Räder *k* und *i* von der Spindel *h* übertragen wird.

Die Feststellung der Lunette auf dem Bette bewirken die zwei Bodenschrauben *o o*.

Um das Rohr mit dem Schuberbande in der Lunette so zu lagern, dass seine Achse in der Achse der Bohrmaschine liege, wird dasselbe durch das Lagerstück *K*, den Deckel oder das Quereisen *L* mit seinem Sattelstücke *u* und den verschiebbaren Seitentheilen *w* nebst mehreren Stellschrauben dergestalt in eine unwandelbare Lage gebracht, wie es aus der Fig. 191 *d* ersichtlich ist.

Der Support *C*, Fig. 191 *a*, *b* und *c*, trägt den zum Abschneiden des Masselots oder Abdrehen des Rohres bestimmten Drehmeissel *z*, welcher durch zwei mit Schrauben stellbare Quereisen *b' b'* auf der Platte *a'* festgespannt werden kann. Letztere kann auf ihrer Unterlagsplatte mittelst der Kurbeln *d' d'* parallel und senkrecht zur Rohrachse verschoben (Kreuzverschiebung) und in Verbindung mit dem Postamente *M* um den Bolzen *f'* gedreht, endlich in weiterer Verbindung mit der Grundplatte *C* längs des Bettes *E* und senkrecht darauf bewegt werden, wodurch der Drehmeissel jede beliebige Lage zur Abdrehung von cylindrischen oder konischen Theilen des Rohres erhält.

Der Bohrschlitten *D*, Fig. 191 *a*, *b* und *e*, ist ein schwerer, aus Bronze gegossener Ständer, welcher zur Aufnahme und Direktion der Bohrstange *N* mit den an ihr befestigten Bohrwerkzeugen dient. Die Bohrstange ist in der mit zwei Muttergewinden versehenen Spannmutter *O* (Mutterstück) fest eingespannt und kann durch diese mittelst des Griffrades *P* und eines Rädersystems längs zweier Leitspindeln *m' m'* in den Lagern *k' k'* des Bohrschlittens vor- oder rückwärts bewegt werden. Der Bohrschlitten selbst lässt sich auf gleiche Weise wie die Lunette längs des Bettes *E* bewegen und feststellen.

In der neuesten Zeit ist an der Geschützbohrmaschine eine sogenannte variable Bohrer-Selbststeuerung zu dem Zwecke angebracht worden, um ein gleichförmigeres Andrücken (Zuspannen) der mit der Bohrstange verbundenen Bohrwerkzeuge gegen das Rohrmetall zu erzielen, als es durch das von einem Manne bewegte Griffrad möglich war.

Die Bohrer-Selbststeuerung besteht der Hauptsache nach aus einer längs des Bettes der Maschine gelagerten Transmissionswelle, welche an dem gegen den Schlitten gekehrten Ende ein Getriebe trägt und ihre drehende Bewegung von der Betriebswelle durch Riemen erhält. Das Getriebe greift in das am Bohrschlitten befindliche Rädersystem, durch welches die Drehung der Leitspindeln und durch diese wieder die Ver-

schiebung der mit den letzteren verbundenen Spannmutter sammt der darin eingespannten Bohrstange nach vorwärts erfolgt.

Das an dem Bohrschlitten vorhandene Griffrad verbleibt jedoch an demselben, theils um die mit den Bohrwerkzeugen versehene Bohrstange zurückbewegen, theils um die Bohrer beim Beginne der Arbeit zweckdienlich aus der Hand einrichten zu können. Durch Verwechslung der Räder, welche die Drehung der Leitspindeln unmittelbar hervorbringen, vermag man jede beliebige Umdrehungsgeschwindigkeit der Leitspindeln und folgerecht die jeweilig gewünschte Vorwärtsbewegung der Bohrwerkzeuge zu erlangen.

§. 225. Wir übergehen nun auf die Ausführung der oben angegebenen Arbeiten. Das Abschneiden des Masselots geschieht auf einer eigenen Masselot-Abschneid-Maschine; diese unterscheidet sich von der eben beschriebenen Bohrmaschine nur dadurch, dass erstere keinen Bohrschlitten hat, und dass bei ihr die meisten Theile aus Eisen erzeugt sind, welche bei der Bohrmaschine aus Bronze bestehen.

Zum Abschneiden des Masselots werden die Rohlinge mittelst eines Hebzeugswagens über die Masselot-Abschneid-Maschine gebracht und in deren Spannkopf und Lunette horizontal gelagert und festgespannt. Von der richtigen Lagerung überzeugt man sich dadurch, dass man das Rohr in Rotation versetzt und an der Hand anlaufen lässt, wobei blos beobachtet wird, ob der gegen die Oberfläche desselben gehaltene Daumen von dieser überall gleichweit absteht. Nun wird der Support mit seinem Meissel an jene Stelle gerückt, wo der Masselot abgeschnitten werden soll, hierauf der Meissel zuerst leicht, dann allmälig stärker an das Rohr gedrückt und letzteres bis auf $1\frac{1}{2}''$ von seiner Achse eingeschnitten. Hiernach wird das Rohr aus der Maschine gehoben und an einem bestimmten Orte des Bohretablissements der stehengebliebene Theil des Masselots abgebrochen. Bei Hinterladungsrohren wird nach dem Abschneiden des Masselots auch der Spannzapfen abgeschnitten.

§. 226. Nach dem Masselotabschneiden bringt man das Rohr mittelst des Hebzeugwagens auf die Bohrmaschine, lagert es vorläufig in dieselbe und nimmt das Centriren des Rohres vor. Hiezu bestimmt man mit einem Zirkel an der kreisförmigen Schnittfläche des Kopfes den Mittelpunkt, vertieft diesen angemessen mit einem Körner, drückt in denselben die in den Bohrschlitten gelagerte Körnerstange mit ihrer Körnerspitze und bringt den Spannzapfen des Rohres mittelst der 4 Spannschrauben in die Mitte des Spannkopfes. Hierauf lässt man das Rohr an mehreren Stellen an der Kreide anlaufen, indem man den Arm auf den Support stützt, ein Kreidestück leicht an die Rohroberfläche hält, die Maschine in Bewegung setzt und beobachtet, ob bei der Umdrehung am Rohre eine vollkommene Kreislinie entsteht oder nicht; im ersten Falle ist das Rohr gut gelagert; im zweiten muss die Lage desselben entsprechend rektificirt werden.

An dem auf diese Weise centrirten Rohre wird nun das Schildzapfenmittel bestimmt. Hiezu bedient man sich eines mit zwei verschiebbaren Aufsatzbacken (Schieber) *b b*, Taf. III, Fig. 192, und zwei verschiebbaren Senkeln *s s* versehenen Lineals, bestreicht das mit den Henkeln nach abwärts gewendete Rohr an seiner Mantelfläche zwischen den Schildzapfen mit Kreide, stellt dann die Aufsatzbacken hinter den Schild-

zapfen derart auf das Rohr, dass das Lineal nahezu horizontal liegt und die Senkel die Mantelfläche der Schildzapfen in gleicher Entfernung von ihren Enden berühren und nimmt von den Berührungspunkten aus den Durchmesser der Schildzapfen mittelst eines Greif- oder Tasterzirkels ab. Nun ritzt man längs der Kante des Lineals in die bekreidete Stelle eine Linie, trägt von dieser den Durchmesser der Schildzapfen nach vorwärts und bezeichnet die Mitte dieses Abstandes als das gesuchte Schildzapfenmittel durch einen Körner. Von diesem Punkte wird schliesslich mittelst einer Chablone die Länge des Rohres nach vor- und rückwärts genau aufgetragen.

§. 227. Hierauf werden mittelst eines im Support eingespannten Meissels der Kopf, die Hohlkehle und das Vorderstück, bei eisernen Rohren die Mündungsfläche, der Visirreif oder Visiraufsatz und die Hohlkehle abgedreht; ferner wird das Schuberband ausgefertigt und das Rohr in der herbeigeschobenen Lunette so gelagert, dass das Schuberband auf dem Lagerstücke derselben gut aufliegt. Nun wird der Bohrschlitten mit der Körnerstange zurückgezogen, der Support mit seinem Meissel senkrecht gegen den Kopf gestellt und letzterer ganz ausgefertigt. Die eben beschriebenen, blos die Vorderladungsgeschütze betreffenden Verrichtungen erleiden bei Hinterladungsrohren der Haupsache nach die Aenderungen, dass zur Lagerung des Rohres in die Geschützbohrmaschine das Bodenstück desselben mit dem Schuberbande auf das Lagerstück der Lunette gelegt, der Kopf dagegen in einen eigenen Spannkopf eingespannt wird, dessen prismatischer Zapfen in den Spannkopf der Bohrmaschine zu liegen und darin durch die Spannschrauben zu befestigen kommt; dass ferner das Centriren des Rohres an der hinteren Fläche des Stossbodens geschieht, und dass schliesslich zur Bestimmung des Schildzapfenmittels das Rohr mit dem Visiraufsatze nach abwärts gewendet werden muss.

§. 228. Für das Bohren der Seele wird vorerst bei Vorderladungsrohren an der Mündungsfläche, bei Hinterladungsrohren an der hinteren Stossbodenfläche eine Führung für den Vorbohrer ausgedreht und nach dem hiedurch erhaltenen Führungskreise das Rohr horizontal gelagert. Hiezu dient ein eigenes Visir, Taf. III, Fig. 193, welches, vor die Mündungsfläche gestellt, mit seinen zwei Ansatzfüssen *a a* auf das Bett der Bohrmaschine passt, wobei das an der Spitze *s* befindliche kleine Oehr genau in die Höhe der Bohrmaschinenachse zu liegen kommt.

Setzt man in das Oehr die Spitze eines Federzirkels, öffnet denselben bis zum Umfange des Führungskreises und bewegt ihn im Kreise herum, so erkennt man, nach welcher Richtung das Rohr in der Lunette verschoben werden müsse, damit die zweite Zirkelspitze den Führungskreis fortwährend berühre, wornach das Rohr horizontal gelagert ist.

Das Ausbohren der Seele geschieht bei Vorderladungsrohren mit 4 Bohrergattungen, als: dem Vor-, Erweiterungs-, Kaliber- und Bodenbohrer.

Der Vorbohrer *B*, Taf. III, Fig. 194, wird mit seiner Stange *S* in den Bohrschlitten eingelegt, worauf die um ungefähr 2 Linien verminderte Tiefe der Bohrung von der Spitze *s* auf die Bohrstange aufgetragen und bezeichnet wird.

Nun setzt man das Rohr in Rotation und drückt die Bohrstange

anfänglich durch Drehen des Griffrades, später durch Anlassen der Bohrerselbststeuerung allmälig vorwärts, wodurch die in das Metall eingreifenden Schneiden des Bohrers einen Bohrspan wegnehmen. Die Schneiden werden bei bronzenen Rohren mit Oel, bei eisernen aber mit Seifenwasser beständig geschmiert, und die Bohrspäne bei letzteren mittelst eines Drahthakens nach und nach aus der Bohrung heraus geschafft.

Hat der Vorbohrer bis zu dem auf der Bohrstange gemachten Zeichen gebohrt, so folgt vom 12-Pfünder aufwärts der Erweiterungsbohrer, Taf. III, Fig. 195. Dieser trägt an seinem ringförmigen Bohrkopfe *B* die Schneide *s* und wird auf die viereckige Bohrstange *S* befestigt.

Nach der Grösse des Kalibers gibt es mehrere Erweiterungsbohrer, welche die Bezeichnung 1. 2. 3. etc. haben und die Bohrung nach und nach erweitern.

Nach dem letzten Erweiterungsbohrer, oder bei Kalibern unterm 12-Pfünder unmittelbar nach dem Vorbohrer, folgt der Kaliberbohrer, Taf. III, Fig. 196. Dieser hat die Bestimmung, mit seiner stählernen Schneide *s* die Bohrung auf den vorgeschriebenen Kaliber zu bringen, wozu ihm die 4 Polirstähle *p* zur Führung dienen.

Ist die Bohrung so weit hergestellt, so bedient man sich des Bodenbohrers, Taf. III, Fig. 197, um derselben die vorgeschriebene Tiefe und dem Seelenboden die entsprechende Gestalt zu geben.

Das Bohren der Seele in Kammergeschützen erfolgt im Allgemeinen in der vorstehend beschriebenen Weise; es wird nur noch ergänzt, dass vorerst die Seele bis zum Durchmesser der Kammer gebohrt, hierauf jene auf die Länge und den Durchmesser des Fluges erweitert und schliesslich die Wölbung hergestellt wird. Für die letztere Arbeit bedient man sich eigener Bohrköpfe, welche aus hölzernen, nach der herzustellenden Wölbung gestalteten Führungsbacken bestehen, zwischen denen der mit eingesetzten Schneiden versehene Wölbungsbohrer mittelst Schrauben befestigt ist.

Bei Hinterladungs-Rohren geschieht das Bohren der Seele vom Stossboden aus, und zwar anfänglich bis zum Durchmesser des für die später einzuschneidenden Züge bestimmten Bohrungstheiles, worauf sowohl die konischen Zuläufe und cylindrischen Erweiterungen, als auch die sphärische Auskehlung der Bohrung mittelst eigener, der zu leistenden Arbeit entsprechend construirter Bohrer hergestellt werden.

§. 229. Das Abdrehen der Rohroberfläche erfolgt bei grossen Kalibern während des Vor- und Erweiterungs-Bohrens, bei kleinen Kalibern hingegen, wo die Bohrer schnell auf die nöthige Tiefe gelangen, geschieht dieses erst nach Beendigung des Bohrens. Während des Kaliberbohrens darf auch bei grossen Kalibern das Abdrehen der Rohroberfläche nicht vorgenommen werden, weil hiebei eine zu grosse Vibration des Rohres stattfinden und dadurch eine fehlerhafte Bohrung entstehen würde.

Die bronzenen und die kleineren eisernen Rohre werden auf der ganzen Oberfläche, mit Ausnahme der Theile zwischen Schildzapfen und Henkel, die grösseren eisernen Rohre nur an der Mündungsfläche, den 2 Visirreifen, der Hohlkehle und am Stossboden sammt Traube nach Chablonen abgedreht und an den übrigen Theilen nur überschlichtet. Das Abdrehen geschieht anfangs mit dem im Support eingespannten Meissel und später mit Schlichtmeisseln, die hölzerne Stiele haben und mit der Hand gehalten werden, wobei der Support die Stütze oder Auflage abgibt.

Die Dimensionen aller Haupt- und Nebenbestandtheile, der Karniesse, der Hohlkehle am Kopfe und an der Traube u. s. w. werden nach vorliegenden Chablonen hergestellt, und durch die Bohrmeister mittelst Zirkel und sonstiger Messinstrumente geprüft. Der Traubenknopf wird soweit abgedreht, dass der Bohrzapfen durch das Gewicht des Rohres nicht abbrechen oder sich biegen kann, wozu eine Stärke von 1 $^1/_2$ bis 2″ genügt. Es ist eine besondere Vorsicht beim Abdrehen aller Theile nöthig, daher es geboten ist, diese, vorzüglich aber die Visirreife, in den Dimensionen etwas grösser zu halten, und erst nach dem Nachmessen durch ein successives Nachdrehen die richtigen Abmessungen zu erzielen.

Sind alle Flächen rein und glatt, und die normalen Dimensionen aller Theile erreicht, so werden mittelst eines in den Support eingespannten Spitzmeissels am Traubenknopfe und an der Mündung Kreise eingeritzt, deren Mittelpunkte, als die Endpunkte der Rohrachse, beim späteren Visitiren der Geschütze als Basis zur Prüfung der Dimensionen dienen. Die Hinterladungs-Kanonenrohre erhalten sowohl an der Boden-, als auch an der Mündungsfläche auf eine mässige Tiefe eingefeilte Kreuzschnitte, welche durch die vertikalen und horizontalen Durchmesser dieser Flächen entstehen.

§. 230. Nun wird die Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse bestimmt. Hiezu bringt man die Schildzapfen in die horizontale Lage, rückt an dieselben den Support an, befestigt in dieser ein Charnier-Visir, Taf. III, Fig. 198, mit federnder Stahlspitze und richtet letztere genau auf den bereits mit einem Körner bezeichneten Punkt des Schildzapfenmittels. Bei dem langsamen Herumdrehen des Rohres ritzt die federnde Spitze an jeder Kreisfläche der Schildzapfen eine Linie ein, welche in der durch die Schildzapfenachse gehenden und auf der Rohrachse senkrecht stehenden Ebene liegt. Nachdem jedoch die Charnier-Visire wegen häufiger Verbiegung der Stahlspitze ihren Zweck nicht in vollkommen befriedigender Weise erfüllten, so bedient man sich statt derselben gegenwärtig eines langen eisernen Winkellineals, an dessen längerem Arme eine mit einem spitzigen Stifte und einer Schraube versehene Hülse verschiebbar ist. Mit diesem Lineal wird von der in natürlicher Grösse erzeugten Rohrchablone die Zurücksetzung der Schildzapfenachse, und zwar bei Vorderladungsrohren von der Mündung, bei Hinterladungsrohren von dem Stossboden aus abgenommen und die Schuberhülse durch die Schraube festgestellt. Hierauf bringt man die Schildzapfen in die vertikale Lage, bestreicht ihre ebenen Flächen mit Kreide, legt den kürzeren Arm des Lineals bei Vorderladungsrohren auf die Mündungs-, bei Hinterladungsrohren auf die ebene Stossbodenfläche, ritzt mit dem Stifte der Hülse in die bekreideten Flächen kurze Linien ein und verlängert diese mit Hilfe eines kurzen Lineals und einer Nadel durch die ganze Kreisfläche des Schildzapfens. Hat man nun auf die eine oder andere Weise diese Linien markirt, so dreht man das Rohr mit den Henkeln oder dem Visiraufsatze nach aufwärts, so, dass die Schildzapfen wieder horizontal liegen, und stellt auf das Bett der Maschine beiderseits vor die Schildzapfenflächen zwei Horizontal-Visire, Taf. III, Fig. 199, deren Spitzen sich in der Höhe der Bohrachse befinden. Nun wird das Rohr so lange hin und her gedreht, bis die Abstände von diesen Spitzen bis zu den höchsten Punkten der Schildzapfenkreise längs der

eingeritzten Linien beiderseits gleich sind. Findet dies Statt, so bezeichnet man die Punkte, welche die Spitzen der Visire markiren und welche die Projektion des Durchschnittspunktes der Rohrachse mit der vertikal durch die Schildzapfenachse gelegten Ebene auf die Kreisflächen der Schildzapfen vorstellen. Von diesen Punkten trägt man die dem Rohre zukommende Herabsetzung der Schildzapfenachse mittelst eines Zirkels beiderseits auf den eingeritzten Linien auf und bezeichnet die auf diese Weise erhaltenen Punkte durch Körnervertiefungen.

§. 231. In ähnlicher Weise werden mit Hilfe des Winkellineals bei Hinterladungsrohren auch die Mittelpunkte des Querlochangusses, dessen Achse durch die Rohrachse gehen und bei horizontaler Lage der Schildzapfenachse ebenfalls horizontal liegen muss, ermittelt.

§. 232. Zum Bohren des Zündloches wird an der Oberfläche des in der vorbeschriebenen Lage befindlichen Rohres mittelst eines kleinen Quadranten der höchste Punkt in der Gegend des anzubringenden Zündloches bestimmt, durch denselben nach der Richtung der Rohrachse eine kurze schwache Linie gezogen und auf dieser bei Kanonen und Haubitzen die Entfernung des Zündloches von dem höchsten Punkte des hinteren Visirreifes, bei Mörsern von jenem der Visirplatte mittelst eines Zirkels aufgetragen, endlich dieser Punkt mit einem Körner tief eingesenkt. Nun wird das Rohr gegen den Support um 90 Grade gewendet, diese Wendung durch ein Horizontal-Visir, dessen Spitze genau in den bezeichneten Körnerpunkt treffen muss, berichtigt, das Rohr in dieser Lage festgestellt, und der Support in der Richtung der Zündlochachse festgemacht. Hierauf spannt man das Körnereisen *K*, Taf. III, Fig. 200, in den Support ein, setzt an dieses die Bohrleier *L* mit dem Zündlochbohrer *B* und bohrt in der Richtung des Zündloches, welche durch die an das Rohr gehaltene Blechchablone *C* markirt wird, einen 3 Linien weiten Kanal, indem man den Supporttisch entsprechend nach vorwärts verschiebt. Der obere Theil dieses Kanals wird sodann bis zum Durchmesser des später einzuschneidenden Kerngewindes, 1 Linie tief, erweitert.

§. 233. Nun folgt das Abdrehen des Schuberbandes. Hiezu wird die Lunette geöffnet, und gegen das Langenfeld zurückgeschoben, ferner das Rohr zwischen deren Backen gelagert, der Support bis an das Schuberband vorgerückt, und das Abdrehen des letzteren mit einem Dreheisen bewirkt.

§. 234. Das Abdrehen der Schildzapfen kann entweder auf doppelt oder auf einfach wirkenden Schildzapfen-Abdrehmaschinen geschehen. Durch erstere werden gleichzeitig beide, durch letztere jedoch wird immer nur ein Schildzapfen abgedreht.

Die doppelt wirkende Schildzapfen-Abdrehmaschine, welche im Bohretablissement des k. k. Arsenals zu Wien in Anwendung steht, ist auf der Taf. IV, Fig. 201 *a* bis *f* mit ihren Details dargestellt.

Sie besteht aus dem Bette *D*, der Betriebswelle *M*, den Spindelstöcken *B B* und dem Spannsattel *A*. Das Bett *D* ist, ähnlich jenem der Bohrmaschine, mit einer Zahnstange *N* versehen, längs welcher die Spindelstöcke und der Spannsattel verschiebbar sind.

Die Betriebswelle *M*, welche in den Lagern *O*, *O*, *P* ruht, und durch die Zahnscheibenauslösung *T* mit der Stufenscheibe *S* in Verbindung steht, erhält ihre Bewegung durch einen Riemen, der um die Stufenscheibe und

um die Transmissionswelle des Etablissements läuft. Mittelst des Auslöshebels *U* kann die Verbindung der Zahnscheibenauslösung mit der Stufenscheibe aufgehoben und die Betriebswelle, somit auch die ganze Maschine zum Stillstande gebracht werden.

Die Betriebswelle ist mit einer langen Nute *d'* versehen, greift durch die Spindelstöcke *B B* und hat daselbst eine hohle, in den Lagern *b'* der letzteren ruhende Welle *K* aufgesteckt, welche durch zwei kurze in die Nute eingreifende Nasen *c' c'* mit der Betriebswelle gedreht und auf derselben verschoben werden kann. Auf dieser hohlen Welle befindet sich eine durch den Auslöshebel *L*, Fig. 201 *c* und *d*, verschiebbare Kuppelung *a'*, welche mit dem Rade *H* verbunden ist. Dieses Rad greift in das Getriebe *G* des Spindelstockes, der aus zwei mit Lagern *q* versehenen Trägern der gusseisernen hohlen Drehkopfwelle *F* und der stehenden Welle *e* besteht. Letztere greift mit dem Rade *f'* in die am Bette befindliche Zahnstange *N* und kann mittelst einer auf den Wellenkopf *h'* aufgesteckten Kurbelstange gedreht werden, wodurch der Spindelstock nach Lüftung der Schrauben, durch welche er auf dem Bette *D* befestigt ist, längs der Betriebswelle und des Bettes verschiebbar wird. In der hohlen Drehkopfwelle *F* befindet sich die ausgehöhlte Drehkopfspindel *E*. Diese besitzt eine drehende und fortschreitende Bewegung. Die erstere wird ihr mittelst zweier Splinte *v v* mitgetheilt, welche in zwei längs der Drehkopfspindel angebrachte Nuten *w* und in die hohle Welle eingreifen. Die letztere erhält sie durch das Eingreifen des mit dem hinteren Ende der hohlen Welle verbundenen Zahnrades *r* in das Rad *s*, welches sich um einen in den Spindelstock eingeschraubten Bolzen *x* dreht und mittelst des an demselben Bolzen befindlichen Rades *t* die Drehung auf das Rad *u* der Leitspindel *p* überträgt und somit letzterer die erforderliche drehende Bewegung ertheilt, wodurch die Drehkopfspindel *E* mit der bronzenen Mutter *o* längs der Achse verschoben werden kann.

Dieses Verschieben kann auch unabhängig von der drehenden Bewegung der hohlen Welle dadurch geschehen, dass man mittelst des Auslöshebels *J* das Rad *t* aus der Verbindung mit dem Rade *u'* bringt und mittelst des Kurbelrades *y'* die Leitspindel *p* nach Belieben dreht.

Mit der Drehkopfspindel *E* ist der nach dem Schildzapfendurchmesser ausgehöhlte bronzene Dreh- oder Schneidekopf *C*, Fig. 201 *f*, in fester Verbindung, welcher mit einem eisernen Ringe *k* versehen ist, in dessen Einschnitte die Schneiden *g g* eingelegt, mittelst der Stellschrauben *m m* gegen einander verschoben und durch die Druckschrauben *n n* festgestellt werden können. Zwischen den beiden Spindelstöcken *B B* befindet sich der auf dem Bette *D* verschiebbare und durch die Bodenschrauben *l l* festzustellende Spannsattel *A*, Fig. 201 *a*, *b* und *e*. Derselbe besteht aus der Grundplatte *W* mit vier darauf senkrecht stehenden Bolzen *d*, zwischen denen sich die Unterlagsplatte *f* befindet, welche durch die Stellschrauben *h* und *i* sich nach Erforderniss verschieben und erhöhen lässt.

Auf der Unterplatte sind Stöckel *e e* und auf diesen die Sättel *a a* gelagert, welche zur Aufnahme der Schildzapfen des Rohres bestimmt sind. Damit das Rohr auf diesen Sätteln eine feste Lage erhalte und beim Abdrehen der Schildzapfen vor jeder Vibration gesichert sei, dienen die Backen *b b* nebst zwei auf die Bolzen *d* aufzusteckenden Quersätteln *c c*, welche mittelst Schraubenmuttern fest angezogen werden können.

Von der hier beschriebenen doppelt wirkenden Schildzapfenabdrehmaschine unterscheidet sich die einfach wirkende nur dadurch, dass diese mit einem einzigen Spindelstocke versehen ist.

Zum Abdrehen der Schildzapfen wird das Rohr mittelst des Hebzeugwagens zur Schildzapfenabdrehmaschine gebracht und auf dem Spannsattel in der aus der vorangeführten Beschreibung zu entnehmenden Weise gelagert und festgestellt.

Um die Schildzapfenachse in die Richtung der Achsen der Drehköpfe sicher bringen zu können, bedient man sich eigener Horizontal-Visire, Taf. IV, Fig. 202, die in den Ring des Drehkopfes eingesetzt, mit ihrer Spitze die Punkte bezeichnen, auf welche die an der Schildzapfenfläche vertieften Endpunkte der Schildzapfenachse zu treffen haben.

Nach bewirkter Lagerung des Rohres werden diese Visire beseitigt, in die Drehköpfe die Schneiden *g*, Fig. 201 und 203, auf die gehörigen Abstände von der Achse eingespannt, die Drehkopfspindeln in rotirende Bewegung gesetzt, an die Schildzapfen angeschoben und auf solche Weise letztere abgedreht.

Ist dieses auf den normalen Durchmesser geschehen, so werden die Schildzapfen auf die richtige Länge abgeschnitten. Hiezu wird die lange Hirn- oder Querschneide, Taf. IV, Fig. 204, in den Drehkopf festgespannt und die vordere Fläche des Schildzapfens nach Massgabe einer vorgehaltenen Lehre abgedreht.

§. 235. Das Hobeln des Mittelstückes geschieht auf der horizontalen Rundhobelmaschine, Taf. V, Fig. 205 *a* bis *f*. Diese besteht aus dem Bette *C*, der eigentlichen Hobelmaschine *D*, dem Spannkopfständer *A* und der Lunette *B*.

Das Bett *C* ist jenem der Bohrmaschine ähnlich; auf demselben lassen sich die Spannkopfständer und die Lunette verschieben und feststellen und ist auch die eigentliche Hobelmaschine befestigt.

Die Hobelmaschine *D* besteht aus der Grundplatte *J*, der mit einer Anzahl Zähne *o p* versehenen Unterlage *K*, dem mittelst der Schraubenspindel *q* auf der Unterlage um seine Mitte drehbaren und mit den Schleifleisten *r r* versehenen Tische *L*, dem Schlitten *M*, endlich aus dem durch das Handrädchen *o* und die Schraubenspindel *w* verschiebbaren Support *P*, an dessen Werkzeugträger *Q* der Stichel oder Schneidemeissel *X* festgespannt ist.

Diesem Werkzeuge wird eine hin- und hergehende Bewegung dadurch ertheilt, dass in dem Ausschnitte *u* des Schlittens *M* die Lenkerstange *N* mit einem Ende *v* befestigt ist, deren anderes Ende, mit dem konischen Rade *R* in Verbindung, eine drehende Bewegung annimmt, sobald die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird. Dieses erfolgt dadurch, dass die der Stufenscheibe *W* durch Riemen mitgetheilte Bewegung mittelst der losen Kuppelung *f'* auf die Betriebswelle *c'* und von dieser durch das konische Getriebe *T* auf das Rad *R* übertragen wird. Durch Auslösung der losen Kuppelung, wozu der Auslöshebel *V* dient, kann die Betriebswelle und mit ihr die ganze Maschine zum Stillstande gebracht werden.

Bei der Bewegung des Schlittens *M* gegen das konische Rad *R* greift die Warze *g'* des ersteren an den verstellbaren Stift *h'* der Steuerungsstange *X* und schiebt diese, sammt der an ihr befestigten Sperrklinke *f* nach rückwärts, wodurch das Sperrrad *g* des Spannkopfständers

A um einige Zähne gedreht wird. Das Zurückführen der Steuerungsstange in ihre frühere Lage erfolgt durch den Zug eines an der Schnur *m'* befindlichen Gewichtes *Z*. Die Drehung des Sperrrades, auf die Schraube ohne Ende *F*, Fig. 205 *d*, übertragen, bewirkt die Bewegung des Schneckenrades *G*, welches auf der in den Lagern *a a* des Spannkopfständers *A* ruhenden Spannkopfwelle *b* aufgesteckt ist und hiedurch dem an derselben Welle befindlichen Spannkopfe *E* sammt dem in der Aushöhlung desselben befestigten Rohre eine entsprechende Wendung ertheilt. Das Rohr hat seine vordere Stütze auf den zwei Keilstücken *H H*, Fig. 205 *e*, welche in dem Lunettengehäuse *B* durch die zwei Schraubenspindeln *h h*, Fig. 205 *b*, zu dem Zwecke gegenseitig verschoben werden können, um das Rohr mittelst eines in die Mündung gesteckten Richtscheites und darauf gestellten Quadranten horizontal zu lagern.

Zum Abhobeln des Mittelstückes wird nach bewirkter Lagerung des Rohres der Tisch des Schlittens bei konischen Rohren nach der Konusfläche derselben gestellt und die Länge des Weges für den Stichel oder Schneidemeissel, sowie die Stellung des verschiebbaren Stiftes an der Steuerungsstange regulirt. Nun setzt man die Maschine in Gang und drückt den Schneidemeissel entsprechend gegen die abzuhobelnde Metallschichte, wodurch 2 bis 3″ breite Bänder oder Späne bis auf die normale Stärke des Mittelstückes so weit weggenommen werden, als es die Henkel und die Angussscheiben gestatten.

δ. Verschrauben des Zündloches.

§. 236. Das Verschrauben des Zündloches neuer Rohre umfasst das Einsetzen der kupfernen Zündlochkerne (Zündlochstollen) in das Geschützrohr, in welches früher ein entsprechendes Kernlager sammt Muttergewinden hergestellt wird. Letzteres geschieht in der Regel auf der stabilen, oder ausnahmweise mittelst der mobilen Geschützverschraubmaschine.

Bei bereits gebrauchten Rohren, deren Zündlochkern aus dem Grunde unbrauchbar geworden ist, weil entweder derselbe von dem Kernlager schon zu weit absteht (Klaffung des Kernes), oder der Zündlochdurchmesser sich um ein Bedeutenderes vergrösserte (Ausbrennen des Zündloches), wird das sogenannte Wiederverschrauben angewendet, wozu der alte Kern entfernt, das Kernlager rein hergestellt und in dieses der neue Kern eingesetzt wird. Die zum Verschrauben verwendeten Zündlochkerne, Taf. VII, Fig. 207, bestehen aus einem mit einer gewissen Anzahl von Schraubengewinden versehenen Cylinder mit einem oben aufgesetzten viereckigen Kopfe und unten angebrachten konischen Zapfen.

Es gibt dermalen zwei Kerngattungen, Nro. I und II, welche sich von einander dadurch unterscheiden, dass letztere einen grösseren Gewindedurchmesser und unten vor dem etwas stumpfer gehaltenen konischen Zapfen einen cylinderförmigen Ansatz besitzen. Der Kern Nro. I dient zum Verschrauben der neuen und zum Wiederverschrauben aller mit einem älteren Kerne Nro. I versehenen Rohre; der Kern Nro. II aber blos zum Wiederverschrauben jener Rohre, welche schon mit einem älteren Kerne Nro. II verschraubt sind, oder auch mit dem Kerne Nr. I verschraubt, die Anwendung des neuen Kernes Nro. I wegen zu stark angegriffenem Metalle nicht mehr gestatten.

Von der Kernnummer I bestehen für die verschiedenen Geschützgattungen drei Arten (Lit. *A*, *B*, *C*), von Nro. II blos zwei Arten (Lit. *A*, *B*), welche von einander nur in ihrer Länge abweichen.

Die Zündlochkerne werden aus dem reinsten Kupfer gegossen, vollkommen überschmiedet und als roh zugefeilte Cylinder mit dem viereckigen Kopfe von Privaten in das k. k. Arsenal zu Wien eingeliefert, ferner daselbst in der Maschinenschlosser-Werkstätte auf einer eigens hiefür bestimmten Egalisir-Drehbank gebohrt, abgedreht und mit Gewinden versehen.

Die zum Verschrauben des Zündloches neuer Rohre im k. k. Arsenale zu Wien im Gebrauche stehende stabile Geschützverschraubmaschine, Taf. VI, Fig. 206 *a* bis *e*, besteht aus dem Bette *C*, dem Spannkopfständer *A*, der Lunette oder dem Keillager *B* und aus der eigentlichen Bohrmaschine *D*.

Das Bett *C* ist jenem der früher beschriebenen Maschine ähnlich. Auf demselben können der Spannkopfständer und die Lunette verschoben und mittelst der Schrauben *p p* festgestellt werden.

Der Spannkopfständer *A* trägt in seinen zwei Lagern *a a* den ausgehöhlten Spannkopf *E*, in welchem der Traubenzapfen des Rohres mittelst vier Stellschrauben *b* eingespannt und genau in's Mittel gestellt werden kann. Am Ende des Spannkopfes ist ein Theil eines Schneckenrades *F* angebracht, welches in eine Schraube ohne Ende *c* eingreift, und dazu dient, um mittelst einer auf den Spindelkopf *e* aufgesteckten Kurbel das eingespannte Rohr so drehen zu können, dass die Zündlochachse horizontal liegt. Der Spannkopfständer selbst lässt sich mit seiner Grundplatte auf der Unterlagsplatte *G*, mittelst der zwei Schrauben *f f* dermassen verstellen, dass das Rohr auch noch in jene Lage gegen die Bohrmaschine gebracht werden könne, welche die Neigung der Zündlochachse gegen die Rohrachse bedingt.

Die Lunette *B* ist jener der Hobelmaschine ähnlich, nur sind hier im Gehäuse *l* drei Keile *g* gegen einander verschiebbar; ferner kann das Gehäuse durch die Spannschraubenspindel *m m* auf der Grundplatte *H*, und letztere auf der Unterlagsplatte *S* zur entsprechenden Lagerung des Rohres um einen Bolzen gedreht werden.

Die feste Lagerung des Rohres auf der Lunette wird durch das Anspannen des hölzernen Lunetten-Deckels *K* bewirkt.

Die eigentliche Bohrmaschine *D* besteht aus dem Bette *P*, dem Spindelstocke *O*, der Bohrspindel *M*, mit der Schraubenspindel *D'*, dem Vorgelage *S*, *T*, der Zuspannvorrichtung *C'*, *E'*, *Z* und der Auslösung *X*, *V*.

Auf dem Bette *P*, Fig. 206 *a* und *c*, ist der gusseiserne Spindelstock *O* mittelst vier Bodenschrauben *p'* befestigt. In den bronzenen Lagern *r*, *s* des Spindelstockes liegt die Bohrspindel *M*, und zwar in *r* unmittelbar und in *s* mit der aufgeschobenen Hülse *t*; die Schraubenspindel *D'* dagegen liegt mit ihrer bronzenen Schraubenmutter *A'* in dem Lager *t'* des Spindelstockes und ist mit der Bohrspindel derart verbunden, dass sie nur durch das Aufschieben des Schubringes *G'* auf den Kolben *F'* mit der Bohrspindel zugleich gedreht werden kann, indem der Splint *n'* des Schubringes in eine der 12 Nuten des Kolbens eingreift, worauf die Stellschrauben *o' o'* angezogen werden. Befindet sich jedoch der Schubring in der in Fig. 206 *d* angezeigten Lage, so nimmt die Traubenspindel an der Drehung der Bohrspindel keinen Antheil.

Die Bohrspindel, sowie die Schraubenspindel sind cylindrisch ausgehöhlt; in der Höhlung der ersteren befindet sich die gleichfalls ausgehöhlte und mit der Bohrspindel durch den Splint v' verbundene Bohrstange q, die zur Aufnahme der Bohrwerkzeuge dient und durch die Druckschraube u' festgestellt wird. Die Bohrspindel erhält ihre drehende Bewegung von der Riemenscheibe R aus, indem diese sammt dem Getriebe Q mit dem um die Bohrspindel und die Hülse t drehbaren Getriebshaufen $x\,y$ verbunden ist, wodurch die drehende Bewegung dem Getriebe Q mitgetheilt und von diesem auf das Rad S und Getriebe T des Vorgeleges, endlich von letzterem auf das Rad N übertragen wird.

Dieses Rad aber ist mit der Bohrspindel durch den Splint u in Verbindung und nimmt daher diese bei seiner Drehung mit. Hiezu ist jedoch erforderlich, dass die in den Lagern $a'\,b'$ ruhende Welle z mit dem auf dieselbe lose aufgesteckten Rade S in feste Verbindung gebracht werde; dieses wird durch das Gewicht W erzielt, welches am Winkelhebel V angebracht ist und bewirkt, dass die mit der Welle z fest verbundene konische Auslösscheibe U, Fig. 206 e, an die konische Aushöhlung des Rades S angepresst und durch die auf solche Weise erzeugte Reibung die Drehung dieses Rades auf die Welle z übertragen wird.

Zum Abstellen der Maschine hat blos diese Peripheriereibung aufgehoben zu werden. Dieses geschieht entweder durch einen Arbeiter, welcher den zweiarmigen Hebel X in die Schlussfeder d' — oder durch die Maschine selbst, indem der je nach der Tiefe des Eindringens der Bohrer an eine gewisse Stelle der Bohrspindel festgeschraubte Stellring Y an die Nase e' des Winkelhebels drückt. In beiden Fällen wird das Gewicht W gehoben und die Auslösscheibe U von der inneren konischen Peripherie des Rades S weggedrückt. Um der Bohrspindel auch eine fortschreitende Bewegung geben zu können, was man Zuspannen nennt, ist sie mit einer Nute $v\,w$ versehen, in welche der Splint u eingreift und längs welcher sie nach Belieben verschoben werden kann. Das Zuspannen kann entweder durch einen Arbeiter mit der Hand oder durch die im Gange befindliche Maschine selbst geschehen.

Im ersten Falle wird an dem Schwungrädchen C' gedreht, wodurch das an der Welle k' desselben befindliche Getriebe E' in das Rad Z eingreift, und, weil dieses durch einen Splint h', Fig. 206 d, mit der Schraubenspindel in Verbindung steht, die Drehung der letzteren veranlasst.

Im zweiten Falle muss das Getriebe E' aus dem Rade Z dadurch ausgelöst werden, dass man die Hülse l' aufhebt, die Welle k' zurückschiebt, und die Hülse m' herabdrückt.

Um bei abgestellter Maschine die Bohrspindel nach Belieben verschieben zu können, dient das an derselben durch die Schraube s befestigte Wendekreuz H'.

Zum Verschrauben des Zündloches wird das Rohr mit dem Spannkopfe und der Lunette in die schon früher erwähnte Lage gegen die Bohrmaschine mittelst Quadranten und Richtscheit gebracht, wozu durch die Höhlung der Schraubenspindel, Bohrspindel und Bohrstange der Leitstift r' gegeben wird, dessen Achse bei richtig gelagertem Rohre in der Verlängerung der Achse des bereits hergestellten Zündlochkanales liegen muss.

Das Ausbohren des Kernlagers, sowie das Einschneiden der Gewinde geschieht auf dieselbe Weise und mit den nämlichen Werkzeugen, wie bei der mobilen Verschraubmaschine.

Die transportable oder mobile Verschraubmaschine ist so konstruirt, dass das Verschrauben der Kanonen- und Haubitzrohre jeden Kalibers in den Laffeten oder bequemer in eigenen Bockgestellen vorgenommen werden kann. Sie besteht aus einem gusseisernen Maschinengestelle, welches aus zwei parallelen Seiten- oder Gestellbacken *A A*, Taf. VII, Fig. 208, und zwei beweglichen, sattelförmigen Füssen *B B* gebildet wird, die mittelst zwei Paare Befestigungskloben *C C* und mehreren Kettengliedern *D D* an dem Umfange der Geschützrohre befestigt werden können. Zwischen den Gestellbacken ruht ein bronzenes Mutterstück *E*, welches mit den zwei Zapfen *a* in der Vertikalebene der Maschine bewegt und mittelst der in ihrer vorderen und hinteren Verlängerung eingeschraubten Stellschrauben *b b* gestellt werden kann. In dem Mutterstücke ist mittelst 6 Schrauben eine bronzene Mutter *F* befestigt, in welcher sich eine stählerne, zur Aufnahme der Bohrstange J, Taf. VII, Fig. 208. und 212, durchbohrte Schraubenspindel *G*, Fig. 208 und 210, befindet.

Die Bohrstange ist für den stählernen Leitstift *L* sammt dessen Schlüssel *M*, Fig. 216, und für die Bohrwerkzeuge, Fig. 217 bis 221, entsprechend ausgehöhlt, am oberen Ende mit einem prismatischen Kopfe *o* für das Wendeeisen *K*, endlich darunter mit zwei oberen und zwei unteren Schliesslöchern *q*, *x* versehen. In die oberen werden bei der Herstellung des Kernlagers zwei halbe Schliessen *r*, Fig. 213, gesteckt, welche mit ihrem vorstehenden Theile auf dem Rade *u* der Schraubenspindel aufliegen, und bewirken, dass die Bohrstange unabhängig von der Schraubenspindel gedreht und mit ihr nach auf- und abwärts bewegt werden kann. Auf diese Schliessen und den Rand *u* wird der Bohrstangenring *s*, Fig. 214, mit seinen Einschnitten aufgesetzt und über denselben der messingene Friktionsring *t*, Fig. 215, gelegt.

Die unteren Schliesslöcher *x* werden beim Einschneiden der Gewinde gebraucht, um durch sie und zwei Einschnitte *l* des Spindelkopfes die ganze Schliesse *w*, Fig. 213, zu stecken, wodurch die Bohrstange veranlasst wird, sich mit der Schraubenspindel zu drehen.

Auf den cylindrischen, mit vier Warzen *f* versehenen Kopf *e* der Schraubenspindel wird nach dem Einsetzen der Bohrstange in dieselbe das mit vier entsprechenden Einschnitten *g g* versehene Spindelkreuz, Fig. 208 und 209, aufgesetzt, nach rechts gedreht, so dass die vier prismatischen Löcher *k* über die vier Einschnitte *l* der Schraubenspindel zu stehen kommen, worauf die Sperrplatte *n*, Fig. 211, mit ihren Schliessen *m*, *m* in zwei dieser prismatischen Löcher gesteckt, und auf solche Weise die Verbindung des Spindelkreuzes mit der Schraubenspindel hergestellt wird.

Um die Maschine in Bewegung zu setzen, dient das auf dem prismatischen Kopfe der Bohrstange aufgesetzte Wendeisen, an welchem zwei Mann zum Drehen angestellt sind, während ein geübter Arbeiter die Arme des Spindelkreuzes ergreift und durch Drehen desselben die mit der Bohrstange verbundenen Bohrwerkzeuge fest gegen das Metall des Rohres presst.

Schliesslich wird erwähnt, dass zur leichteren Bewegung der Maschine die sich reibenden Theile derselben öfter mit reinem Baumöl eingeschmiert werden.

Die so eben beschriebene Maschine wird, wie aus Fig. 208 zu ersehen, dergestalt auf das Rohr aufgestellt, dass die Spindelachse in die Verlängerung der Zündlochachse trifft.

Hiezu trachtet man erst unter Zuhilfenahme des Quadranten *O* bei horizontaler Lagerung der oberen Fläche des Mutterstückes *E*, die Spindelachse auf den Zündlochpunkt beiläufig einzurichten, indem man durch die cylindrische Bohrung der Schraubenspindel nach dem Zündlochpunkte sieht. Zur genauen Einrichtung der Spindelachse auf den Zündlochpunkt wird hierauf der Vorbohrer in die Bohrstange befestigt, letztere in die Schraubenspindel eingeführt und der Leitstift in die Aushöhlung der Bohrstange gebracht, wobei die Spitze desselben auf die Mitte des Zündloches treffen muss.

Vorkommende Abweichungen werden in beiden Fällen dadurch berichtigt, dass man einerseits das Mutterstück *E* mit seinen Stellschrauben *b b* entsprechend dreht und anderseits die Maschine mit ihren Füssen *B B* nach Erforderniss auf dem Rohre verschiebt. Nun wird der Schraubenspindel mittelst des auf dem Mutterstücke aufgesetzten Quadranten die erforderliche Neigung nach der Zündlochachse gegeben, abermals dem Eintreffen der Leitstiftspitze auf die Mitte des Zündloches nachgesehen und schliesslich die ganze Maschine auf dem Rohre unwandelbar befestigt.

Zur Herstellung des Kernlagers benützt man der Reihe nach den Vorbohrer, Fig. 217, den Spitzbohrer, Fig. 218, den Flachbohrer, Fig. 219, und den Konusbohrer, Fig. 220. Diese Bohrer, deren Einrichtung im Allgemeinen aus den angegebenen Figuren hinreichend zu ersehen ist, werden mit ihrem prismatischen Kopfe *b* in die Bohrstange, Fig. 212, gesteckt und mit derselben dadurch verbunden, dass man bei *z* eine kleine Schraube einsetzt, deren vorderes warzenförmiges Ende in die Vertiefung *v* des prismatischen Kopfes der Bohrer eingreift.

Der Vorbohrer hat die Bestimmung mit der stählernen, durch die Schraube *f* festgestellten Schneideklinge *e* im Rohrmetalle ein genau in der Achse der Spindel liegendes 3‴ tiefes, cylindrisches Loch zur Führung des später folgenden Flachbohrers zu erzeugen. Zu seiner eigenen Führung dient der Leitstift.

Der Spitzbohrer hat mit der in den Bohrkopf *a* lose eingesetzten zweischneidigen Stahlklinge *e* die bereits vorhandene Zündlochbohrung dermassen zu erweitern, dass eine hinreichende Oeffnung für das Durchfallen der Späne bei dem nachfolgenden Bohren gebildet werde. Da der Spitzbohrer länger als der Vorbohrer ist, so muss bei der mobilen Verschraubmaschine ausnahmsweise die Bohrstange, Fig. 212, mit den durch die unteren Schliesslöcher *x* gesteckten Schliessen in den Kopf der Schraubenspindel eingesetzt werden. Der Flachbohrer dient zur Herstellung des cylindrischen Kernlagertheiles und besteht an seinem untern Ende aus einem festen und einem beweglichen Backen *g*, zwischen welchen die Schneideklinge *e* wie beim Vorbohrer befestigt ist.

Für den Kern Nr. II ist ein im Durchmesser grösserer Flachbohrer Nr. 2 bestimmt, der auch noch zu dem später folgenden Gewindeschneiden verwendet wird.

Der Konusbohrer dient zum Ausreiben des unteren, konischen Kernlochtheiles und ist an seinem konischen Theile mit sechs eingeschnittenen Schneiden versehen. Für den Kern Nr. II wird ein grösserer Konusbohrer Nr. 2 gebraucht.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass die Schneiden der hier aufgezählten Bohrer in Bezug auf ihr richtiges Vorstehen mittelst Chablonen und Lehrplatten sorgfältigst zu prüfen sind, und dass an den Bohrern selbst die Tiefe des Eindringens durch einen Kreidestrich zu bezeichnen ist.

Während des Bohrens ist auch öfter der Beschaffenheit der Schneiden nachzusehen und sind dieselben bei eisernen Rohren mit Seifenwasser zu speisen; bei bronzenen Rohren ist keine Speisung nothwendig.

Nach vollendetem Ausreiben des Kernzapfenlagers wird dasselbe durch einen Spiegel beleuchtet und nachgesehen, ob sich zwischen der cylindrischen und konischen Bohrung kein Absatz befinde, der durch ferneres Nachbohren weggenommen werden müsste. Schliesslich wird der Konusbohrer nochmals im Kernlager fest nach abwärts gedrückt, die Tiefe seines Eindringens genau bezeichnet und vorgemerkt, um zu wissen, wie tief der Kern in das Rohrmetall eindringen muss.

Zum Einschneiden des Gewindes in das Kernlager dient für den Kern Nr. I die Gewindschneidhülse, Fig. 221, und für den Kern Nr. II der Flachbohrer Nr. 2.

Die erstere ist, dem Flachbohrer ähnlich, am unteren Ende mit einem Konus versehen, oberhalb welchem zur Aufnahme des Schneidezahnes *z* eine prismatische Oeffnung *h* und für die Befestigungsschraube *f* desselben ein cylindrisches Loch *i* angebracht ist.

In ähnlicher Weise ist auch der Flachbohrer zur Aufnahme des Zahnes eingerichtet.

Das Gewinde muss am vordersten Punkte des Kernloches mit einer Gewindschärfe beginnen, also an diesem Punkte ein halbes Gewinde entstehen. Die Zahl der einzuschneidenden Gewindgänge ist nach der Metallstärke der verschiedenen Rohre festgesetzt; damit aber der Kern sicher und fest ein- und nachgedreht werden könne und der Kernzapfen in dem konischen Theile des Kernlagers ohne Spielraum vollkommen aufliege, so erhält das Muttergewinde unten ein Achtel eines ganzen Gewindganges mehr als vorgeschrieben, was man den Nachzug nennt.

Da das Muttergewinde nicht auf einmal auf seine normale Tiefe hergestellt werden kann, so wird der Schneidezahn nach jedesmaligem Herausdrehen aus dem Kernloche immer weiter vorgesetzt, bis sich die eingeschnittenen Gewinde berühren, nämlich scharf werden. Das gehörige Vorstehen des Zahnes wird stets mittelst eigener Lehrplatten und Chablonen geprüft und dessen Schneide bei bronzenen Rohren mit Oel, bei eisernen aber mit Seifenwasser fleisig gespeist.

Haben die eingeschnittenen Gewinde die normalmässige Tiefe erreicht, so wird das Rohr aus der stabilen Verschraubmaschine entfernt oder die mobile Verschraubmaschine von demselben abgenommen und der aufgeworfene Theil des oberen Gewindganges im Kernlager durch den Schlosser mittelst Meissel und Feile beseitigt.

Von der gehörigen Tiefe der Gewinde überzeugt man sich entweder durch gänzliches Einschrauben des runden Gewindausreibers, Fig. 222,

oder durch den Kern selbst, der sich bis auf 3 Gewinde mit der Hand leicht einschrauben lassen muss.

Wäre dies nicht der Fall, so müssten die Gewinde zuerst durch den viereckigen Gewindausreiber, Fig. 223, ausgerieben und dann durch den runden Gewindausreiber ausgeglättet werden.

Das Drehen der Ausreiber im Kernlager geschieht mittelst des auf dem Kopf *a* derselben aufgesteckten Wendeisens.

Durch das Schneiden und Ausreiben der Gewinde hat sich auch im Kernlager unten ein Metallaufwurf gebildet, welcher so wie der Grath in der Bohrung mittelst einer Löffelfeile beseitigt werden muss.

Vor dem Einschrauben wird der Kern nochmals auf seine Dimensionen mittelst Chablonen geprüft, dann auf denselben die früher mittelst des Konusbohrers gefundene Tiefe des Eindringens in das Kernlager mit einem Zirkel derart von dem oberen Rande der Kegelfläche aufgetragen, dass die zweite Zirkelspitze auf eine Gewindschärfe trifft, wozu man den Kern nach Erforderniss um seine Achse dreht.

Der hiedurch an der Gewindschärfe markirte Punkt heisst Nullpunkt und muss beim Einschrauben des Kernes mit dem vorderen, oberen Punkte des Muttergewindes übereintreffen. Vom Nullpunkte zählt man die für das Rohr bestimmten Gewindgänge nach abwärts und feilt die überflüssigen Gewinde weg. Der auf solche Weise hergerichtete Kern wird bis zum Nullpunkte in das Kernlager eingeschraubt, wozu auf den prismatischen Kopf des Kernes das Wendeisen aufgesetzt und durch 4 Mann allmälig vor- und zurückgedreht wird.

Das feste Aufsitzen des Kernes gibt sich durch einen Gegenstoss am Wendeisen kund; tritt dieser am Nullpunkte noch nicht ein, so kann der Kern noch um eine Achtel-Wendung weiter geschraubt werden. Erhält der Kern beim Einschrauben in das Rohr einen Längenriss, so wird er durch einen neuen ersetzt; bricht er jedoch ab, was knapp an der Rohroberfläche zu geschehen pflegt, so wird das Rohr so wie beim Wiederverschrauben behandelt.

Zur Vollendung des Verschraubens muss der über die Bohrungswand vorstehende Kernzapfen, wie auch der über der Oberfläche des Rohres befindliche Theil des Kernes abgenommen werden.

Ersteres geschieht mittelst einer Ausreibvorrichtung, Fig. 224, deren wirkenden Theil eine der Stossbodenkrümmung angemessen geformte stählerne Raspel *R*, Fig. 225, bildet.

Diese Raspel ist an dem mit der Ausreibstange *B* verbundenen Ausreibkolben *A* durch zwei Schrauben befestigt und wird durch die Stahlfeder *a* gegen den Kernzapfen gedrückt.

Der Kolben hat den Durchmesser der 3pfündigen Bohrung; um denselben aber auch für andere Kaliber gebrauchen zu können, steckt man durch das prismatische Loch *b* ein dem betreffenden Kaliber entsprechendes Querstück, welches gleichzeitig durch die Raspel *R* greift und von derselben festgehalten wird.

Die Ausreibstange kann je nach der Rohrlänge durch ein oder zwei Stangentheile *B'* verlängert werden, wie aus der Zusammenfügung *c*, Fig. 224, ersichtlich ist. Am äussersten Ende der ganzen Ausreibstange befindet sich das Wendeisen *C*.

Ueber der Ausreibstange ist in der Nähe der Rohrmündung der aus

2 Theilen bestehende Spannring *G* dadurch befestigt, dass 2 Verbindungsschrauben durch die Theile desselben und durch Einschnitte *e* greifen, welche der Rohrlänge entsprechend sich an der Ausreibstange befinden und dem Kaliber gemäss bezeichnet sind.

Der Spannring dient dem aus 2 Theilen bestehenden hölzernen Spannstöckel *F* sammt bronzenen Hülse *d* zur Stütze, um die Ausreibstange mittelst der beiderseits des Rohres in die Haken *k* des Spannstöckels eingehängten und über die Spannwelle *D* gewundenen Spannstricke *E* gegen den Kernzapfen drücken zu können, wozu die auf der Traube liegende Spannwelle durch die eisernen Hebel *h* festgehalten und nach Erforderniss gedreht wird.

Da der Spannring und die Hülse des Spannstöckels den Durchmesser der 3pfd. Bohrung besitzen, so dienen diese Theile zugleich bei dem genannten Kaliber der Ausreibstange zur Führung. Für grössere Kaliber muss jedoch über den Spannring der bronzene Mundklotz *H* mit seiner Hülse *g* gesteckt werden; letztere hat den Durchmesser der 4pfd. Bohrung und erfüllt daher bei diesem Kaliber den Zweck der Führung der Ausreibstange, während hiezu bei den anderen Kalibern die Bolzen *f* dienen, welche in 4 Ausschnitten der Mundklotzscheibe nach den auf letzterer durch Kreise bezeichneten Kalibern verstellbar und zu befestigen sind.

Das Raspeln oder Abfeilen des Kernzapfens geschieht durch die oscillirende Bewegung des Wendeisens, an dessen Arme hiezu zwei Mann angestellt werden, während ein dritter Mann die Hebel der Spannwelle ergreift und die Spannstricke in mässiger Spannung zu erhalten trachtet. Zeigt das beim Abfeilen entstehende Geräusch, dass die Raspel nicht mehr angreift, so ist dieselbe von den anhängenden Feilspänen mit steifen Bürsten zu befreien. Erblickt man hiebei Bronze- oder Eisenspäne, so überzeugt man sich durch einen Wachsabdruck von dem Zustande der abgeriebenen Kernfläche, woraus zu entnehmen sein wird, ob die Arbeit als beendet zu betrachten oder noch weiter fortzusetzen ist.

Der über der Oberfläche des Rohres befindliche Theil des Kernes wird mittelst der Kernsäge abgeschnitten und mit der Feile beglichen. Schliesslich wird das Zündloch, welches durch die Bearbeitung oben und unten etwas verengt wurde, mit der in eine Brustleier einzusetzenden Ausreibahle, Fig. 226, auf die gehörige Weite gebracht, und der aufgeworfene Grath durch den spitzigen Senkkolben Fig. 227, weggenommen.

(Sollte eine Zündlochmuschel gebildet werden, so wird der Kern 2 Gewindgänge über der Metallfläche mittelst der Kernsäge abgeschnitten, aus dem stehengebliebenen Theile die Muschel mittelst eigener Werkzeuge geformt und bezüglich ihrer Dimensionen durch Lehrplatten geprüft.)

Nach der Ausfertigung des Zündloches wird rechts neben dem Kerne die Nummer desselben eingeschlagen und derselben das Zeichen *C.C.* beigefügt, welches anzeigt, dass das Rohr mit einem neuartigen Kerne versehen ist.

Das Verschrauben der Mörserrohre geschieht in der Regel mittelst der stabilen Verschraubmaschine. Müsste aber dasselbe durch die mobile Verschraubmaschine bewirkt werden, so sind hiezu wegen der umständlicheren Befestigung derselben am Rohre noch eigene Vorrichtungen und Requisiten erforderlich.

Zunächst findet die Lagerung der Mörserrohre in zwei hölzernen, mit eisernen Platten belegten Wänden *A*, Fig. 228, Statt, welche zur

Aufnahme der Schildzapfen oben ausgeschnitten und zum Eingreifen in die Schildpfannen unten mit einem Ansatze *b* versehen sind.

Das Rohr wird hiebei mit der Mündung nach rückwärts gekehrt und mit dem Mundstücke auf die Stellschraube *c* des Metallstöckels *B* gelegt. Die Stellschraube gestattet die Rohrachse nach Erforderniss zu heben oder zu senken.

Auf die Wände werden zwei gusseiserne Deckelstücke *C C* aufgesteckt und festgeschraubt, in deren Mitte beim 30- und 60pfd. Rohre bronzene Cylinder *e* zu liegen kommen.

Nun wird der hintere Gestellfuss durch einen mit zwei eisernen Armen *d d* versehenen Fuss *D* ersetzt, welcher auf den Cylindern *e*, oder bei kleineren Rohren unmittelbar auf den Deckelstücken *C C* aufliegt und durch die Muttern *m m* fest angezogen wird.

Das weitere Aufsetzen und Feststellen der Maschine erfolgt nun in ähnlicher Weise, wie dies für Kanonen und Haubitzen erwähnt wurde. Ebenso geschieht das Bohren mit den verschiedenen Bohrwerkzeugen und das Einschneiden der Gewinde, ferner das Einschrauben des Kernes, das Abreiben des in der Bohrung vorstehenden Kernzapfens, so wie das Abnehmen des über die Rohroberfläche hervorragenden Kerntheiles und die Herstellung einer allenfalls zu bildenden Zündlochmuschel, endlich die Bezeichnung des Kernes auf die gleichfalls schon beschriebene Weise. Es verdient blos bemerkt zu werden, dass beim Abreiben des Kernzapfens die Spannwelle hinter die rückwärtigen Wandbolzen der Wände *A* zu liegen kommt, und dass die Spannstricke dort, wo sie sich an den scharfen Wandkanten reiben würden, über daselbst zu befestigende Rollen laufen.

ε. Ziehen der Bohrung.

§. 237. Die zum Ziehen bestimmten glatt gebohrten Rohre müssen früher bezüglich der Bohrungserweiterungen mit dem Geschützbohrungsmesser oder mit dem Sterninstrumente visitirt werden, um darnach die Tiefe der Züge bemessen zu können, für welche, nach dem Durchmesser in den Zügen gemessen, eben so wie für den Durchmesser der glatten Bohrung eine Plustoleranz von 3 Punkten gestattet ist. (Im Früheren mussten die bereits gebrauchten glatten bronzenen 6- und 12pfd. Feldkanonenrohre vor dem Ziehen durch Nachbohren um 11 Punkte über den Normalbohrungsdurchmesser im Kaliber erweitert werden, um sie in gezogene Rohre nach dem Systeme von 1860 umzugestalten.)

Das Ziehen der Rohre geschieht auf einer Geschützrohr-Ziehmaschine, welche nach dem Principe der zum Ziehen der Gewehrläufe eingeführten Maschine eingerichtet ist.

§. 238. Die Geschützrohr-Ziehmaschine, Taf. VIII, Fig. 229 *a* und *b*, besteht aus dem Bette *F*, dem Spindelstocke *G*, der festen Docke oder dem Spannkopfständer *A*, der Lunette *B*, der Lagerstütze *C*, der beweglichen Docke oder dem Schlitten *E* mit der Steuerung *S* und der Ziehstange *D* sammt Ziehkolben.

Das Bett *F* ist ein dem Bette der Bohrmaschine ähnliches gusseisernes Gerippe *g″ h″* sammt Zahnstange *J*. Der Spindelstock *G* steht seitwärts der Maschine und trägt in seinen 2 Lagern *k″ k″* die Betriebswelle *W* mit der Stufenscheibe *V*, welche die Bewegung durch einen

Riemen empfängt und durch die Riemenscheibe O und den Riemen Q den beiden am Schlitten angebrachten Riemenscheiben M und N mittheilt. Damit diese zwei Scheiben nach entgegengesetzter Richtung umgedreht werden können und der Schlitten sich ohne Verkürzung des Riemens am Bette hin und her zu bewegen vermag, geht der über die Scheibe O geschlungene Riemen Q (siehe die punktirte Linie in Fig. 229 a) zuerst über die am entgegengesetzten Ende des Bettes mittelst einer Welle in Lagern beweglich angebrachte Rolle P, von da über die Scheibe N, dann in entgegengesetzter Richtung über die Scheibe M, endlich in der früheren Richtung zur Scheibe O zurück.

Die feste Docke oder der Spannkopfständer A ist am Bette F festgeschraubt und mit zwei Lagern $b\,b$ versehen, in welchen sich die Welle c mit der Plan- oder Spannscheibe d, dem Zahnrade e und dem Spannkopfe a drehen kann. (Da die Maschine früher als Bohr- und Drehbank verwendet wurde, so befindet sich noch an der Welle die Riemen- oder Stufenscheibe f, und rückwärts die Spannschraube g, um mit derselben die Welle in unverrückbarer Lage zu erhalten.) Der Spannkopf, welcher durch die an der Spannscheibe angebrachten 4 Stellschrauben a' centrirt werden kann, hat eine sphärische Aushöhlung nebst 4 schief eingreifenden Druckschrauben b zur Aufnahme, genauen Stellung und Befestigung der Traube des zu ziehenden Rohres. Bei Hinterladungsrohren wird die Traube durch einen in die Bohrung eingekeilten kurzen Holzzapfen ersetzt.

Um das Rohr nach seiner Lagerung, sowie zur Erzeugung der nächsten Züge wenden zu können, ist am Bette eine Schraube ohne Ende angebracht, welche in das an der Spannscheibe d angebrachte Zahnrad e eingreift, und die Bewegung von den zwei konischen Rädchen $k\,l$ durch Drehung des Kurbelrades i erhält.

Die Lunette B dient dem Langenfelde des Rohres als Stütze und Lager; ihre Einrichtung kommt daher im Allgemeinen mit den Lunetten der früher beschriebenen Maschinen überein; sie kann längs des Bettes verschoben und an demselben nach erfolgter richtigen Lagerung des Rohres mittelst 4 Bodenschrauben befestigt werden.

Die Stütze C bildet ein Lager für die Ziehstange. Sie ist auf der Unterlagsplatte H durch 4 Schrauben befestigt, und lässt sich mit derselben durch die Kurbel m und das in die Zahnstange J eingreifende Rad n längs des Bettes bewegen.

Die bewegliche Docke oder der Schlitten E, Fig. 229 a bis d, trägt in dem Lager o die Ziehstange D mit dem Kolben Z, Fig. 230, und wird mit derselben durch die Drehung des in die Zahnstange J eingreifenden Rades n' am Bette vor- und zurückbewegt. Während dieser geradlinigen Bewegung erhält die Ziehstange eine Drehung vermittelst der Räder p, q, r, s dadurch, dass die am Schlitten beweglich angebrachte und in das Rad p eingreifende Zahnstange J' sich an der schief gegen die Mittellinie der Maschine gestellten Leitrinne K senkrecht zur Ziehstange verschiebt, wozu die an der Zahnstange J' angebrachte Nase t in die Rinne u eingreift. Die Umsetzung der Räder p, q, r, s ist derart, dass bei der Verschiebung der Zahnstange J' um eine Zahnbreite sich das Rad s an der Ziehstange um 3 Zahnbreiten drehen muss. Zur Behebung des todten Ganges in diesen Rädern und in der Zahnstange ist ein Gewicht Q' an der Scheibe w' angebracht, welch' letztere mittelst eines an

der Scheibe u'' befestigten Riemens mit der Ziehstange D in Verbindung steht. Um mit dieser Maschine Dralle von beliebiger Steilheit zu erzeugen, kann die Leitrinne K nach Erforderniss schief gegen die Mittellinie der Maschine gestellt werden. Zu diesem Zwecke sind an ihren Enden Schraubenbolzen v angebracht, welche in die Nuten der kurzen Querschienen c' eingreifen. Die geradlinige Hin- und Herbewegung des Schlittens wird durch das an der Welle e' befestigte und in die Zahnstange J eingreifende Rad n' dadurch erzielt, dass das an derselben Welle befestigte Getriebe L entweder von dem Rade f' oder von dem Rade g' nach der einen oder anderen Richtung getrieben wird. Die Wellen d' und w dieser 2 Räder liegen in je zwei am Schlitten angebrachten Lagern und tragen die lose aufgesteckten und blos durch die Ausrückungen i' und h' mit denselben verbundenen Riemenscheiben M und N, welche von dem Riemen Q so umschlungen sind, dass sie durch denselben nach entgegengesetzten Richtungen umgedreht werden.

Die am Schlitten angebrachte Steuerung S verbindet abwechselnd die Ausrückungen i' und h' mit den Riemenscheiben M und N, wodurch die Welle d' mit dem Rade f' oder die Welle w mit dem Rade g' umgedreht und der Schlitten abwechselnd vor oder zurück bewegt wird. Stösst nämlich der am Bolzen k' der Stange l' drehbare und am oberen Ende mit einem Sicherheitsgewichte m' versehene Steuerungshebel R mit seinem unteren Arme während der Bewegung des Schlittens auf eine der an der Stange T verstellbaren Warzen $o'\,o'$, so wird der mit dem Hebel verbundene konische Radtheil q' den in letzteren eingreifenden konischen Getriebstheil r' um etwas auf- oder abwärts drehen, wodurch dieser lose an der Welle s' bewegliche Getriebstheil mit einem der an seiner Hülse angebrachten 2 Bolzen t' oder u' abwechselnd die Nase v' und die damit fest verbundene Welle s' mit den Ausrückhebeln $x\,x$ und $y\,y$ rechts oder links dreht. In Folge dieser Drehung und im Sinne derselben werden entweder die 2 Hebel $x\,x$ oder $y\,y$, die mit denselben durch einen Ring vereinigte Ausrückung i' oder h' mit der Riemenscheibe M oder N abwechselnd verbinden oder diese Verbindung unterbrechen. Damit man aber auch den Schlitten unabhängig von diesem Mechanismus nach Belieben vor- und zurückbewegen und nöthigenfalls zum Stillstande bringen könne, ist die Ausrückwelle s' mittelst der Stange a'' und der daran angebrachten Hebel $b''\,c''$ durch die Kurbel d'' und ihre Welle e'' drehbar. Stellt man die Kurbel d'' mit der Hand aufrecht, so wird die Verbindung der beiden Riemenscheiben M und N mit den Ausrückungen i' und h' gleichzeitig unterbrochen und der Schlitten zum Stillstande gebracht; bewegt man aber die Kurbel zu sich, so wird die Verbindung der Riemenscheibe M mit der Ausrückung i' unterbrochen, hingegen die Verbindung der Riemenscheibe N mit der Ausrückung h' hergestellt, wodurch der Schlitten sich vorwärts bewegt, der Kolben mit der Ziehstange in die Bohrung des Rohres tritt, und die am Kolben angebrachte Zugschneide oder Ziehklinge den Zug auf eine gewisse Tiefe schneidet; bewegt man endlich die Kurbel von sich weg, so geschieht die Unterbrechung und Verbindung der Riemenscheiben und ihrer Ausrückungen nach der im letzten Falle entgegengesetzten Ordnung, weshalb auch der Schlitten sich zurückbewegt und der Kolben mit der Ziehstange aus dem Rohre tritt. Das Grössenverhältniss der Riemenscheiben $M\,N$ und der

Räder $f' g'$ ist derart, dass der Ziehkolben bei der Bewegung aus dem Rohre, in welchem Falle er auch nicht schneidet, eine grössere Geschwindigkeit hat, als bei der entgegengesetzten Bewegung. Das für die Kurbelwelle e'' am Schlitten angebrachte Lager f'' bewegt sich mit diesem längs der Kurbelwelle e'', wozu letztere eine Nute hat, in welche der Splint des sich mit dem Lager f'' verschiebbaren Hebels c'' eingreift. Das an der Welle w des Schlittens angebrachte Griffrad U dient zur Bewegung des Rades n' längs der Zahnstange J, mithin zur Verschiebung des Schlittens mittelst der Hand, wozu aber vorerst die Verbindung beider Ausrückungen mit den Riemenscheiben M und N unterbrochen werden muss. Der Ziehkolben oder Zugschneidekopf Z, Taf. VIII, Fig. 230, ist mit seinem Zapfen l'' in die Ziehstange D durch eine Schraube befestigt. Er ist der Bohrung des zu ziehenden Rohres entsprechend gestaltet und mit einem Führungsringe m'' versehen. Oben ist er der Länge nach durchbrochen und trägt daselbst die bewegliche nach den Zügen zugeschliffene Stahlschneide oder Ziehklinge n'', welche auf dem Hebel r'' aufliegt. Dieser Hebel stützt sich mit seiner Stellschraubenmutter auf das im Kopfe verschiebbare Stück p'' und gestattet durch die Stellschraube q'' eine Drehung um den Bolzen o'', und in Folge dessen das Höher- oder Tieferstellen der Ziehklinge. Das bewegliche Stück p'' trägt vorne einen Zapfen s'', der durch das Anstossen am Stossboden oder an dem Holzzapfen des zu ziehenden Vorder- oder Hinterladungsrohres das Stück p'' so weit in den Kolben schiebt, bis eine daselbst angebrachte Stahlfeder t'' mit dem Keile u'' in den Einschnitt v'' des Stückes einschnappt und dessen Weiterschieben hindert. Vermöge dieser Verschiebung gleitet die Mutter der Stellschraube q'' an der schiefen Ebene $x' y'$ des Stückes p'' herab, der Hebel r'' senkt sich, die Ziehklinge tritt in den Kopf zurück und es kann nun die Ziehstange, ohne dass die Klinge in das Metall eingreift, aus der Bohrung gezogen werden.

§. 239. Ist das Rohr in der Ziehmaschine gelagert, und hat die Leitrinne die für den Drallwinkel erforderliche Lage, so wird die Maschine angelassen. Der Schlitten führt mittelst der Ziehstange den Ziehkolben in die Bohrung des Rohres und ertheilt demselben zugleich die dem Dralle entsprechende Drehung. Die Ziehklinge wird anfangs nur um ein dem zu bearbeitenden Rohrmetalle und dem aus dem Zuge wegzunehmenden Spane entsprechendes, geringes Mass vorgestellt, damit sie nicht durch die Wegnahme eines allzudicken Spans verderbe. Die Zugspäne schafft der Ziehkolben jedesmal selbst aus der Bohrung, wozu er vorne eine Lederscheibe besitzt, die das Herabfallen der Späne in die Seele verhindert. Ist der Wechsel der Bewegung durch die Steuerung eingetreten, so wird der Kolben, ohne dass die in denselben eingesetzte Ziehklinge wirkt, mittelst der Ziehstange und des Schlittens aus der Bohrung gezogen. Vor jedem erneuerten Eintreten des Ziehkolbens in die Bohrung wird in letztere Seifenwasser mittelst einer Handspritze eingespritzt, die Klinge etwas höher gestellt und dies so lange wiederholt, bis der gebildete Zug die gewünschte Tiefe erreicht. Diese Tiefe wird durch ein Sperrmass, welches in den Zug eingreift und an der entgegengesetzten Bohrungswand ansteht, geprüft. Ist der Zug vollendet, wozu der Ziehkolben ungefähr so oftmal in die Bohrung treten muss, als der Zug Punkte zur Tiefe hat, so wird die Maschine abgestellt, das Rohr mittelst der Schraube ohne

Ende um die Breite eines Feldes, beziehungsweise bis zum nächstfolgenden Zuge gewendet, und dieser wie eben erwähnt, eingeschnitten. Zur Prüfung eines Zuges, welcher einem schon vollendeten diametral entgegensteht, dient ein zweites Sperrmass, welches die Zwischenweite beider Züge zur Länge hat. Nach dem Einschneiden der Züge werden dieselben geschliffen, um sie auf ihre richtigen Abmessungen zu bringen und die scharfen Kanten abzustumpfen. Hiezu dient ein Bleikolben, an welchem die Züge ausgegossen sind und der mit einem geringen Spielraum in den mit Zügen versehenen Theil der Bohrung passt. Zum Schleifen der Züge wird der an die Ziehstange befestigte Bleikolben fleissig mit Oel gespeist und so oft in die Bohrung eingeführt, bis der oben erwähnte Zweck erreicht ist.

μ. Vollständige Ausfertigung des Rohres.

§. 240. Zum gänzlichen Ausfertigen der Rohre werden alle nach dem Abdrehen und Hobeln noch unvollendeten Flächen derselben, welche durch diese Arbeiten nicht rein dargestellt werden konnten, aus der Hand bearbeitet, u. z. die noch stehen gebliebenen Theile des Mittelstückes abgemeisselt, dann mit der Grobfeile bearbeitet, mit der Schlichtfeile geschlichtet, mit dem Schaber ganz geebnet und mit der Schmiergelfeile dem abgedrehten Theile gleichgemacht, so, dass alle Flächen rein, glatt und ohne Streife erscheinen, dann dass die Angussscheiben und Henkel in die Cylinder- oder Konusfläche des Mittelstückes kurvenförmig eingreifen. Alle scharfen Ränder und Kanten an der Mündungsfläche, den Schildzapfen, Angussscheiben, Visirreifen u. s. w. werden abgerieben und abgerundet. Endlich wird bei Vorderladungsgeschützen der Bohrzapfen, wenn er nicht schon vor dem Ziehen der Rohre entfernt wurde, von der Traube abgeschnitten, und der Traubenknopf rein und glatt ausgearbeitet.

Die Platten für die Geschützaufsätze und die Flächen für den Libellen-Quadranten bearbeitet man, wo sie vorkommen, nach Chablonen mittelst Meissel und Feilen. Ebenso werden allenfalls vorkommende Visireinschnitte an den höchsten Stellen des mit dem Schildzapfen horizontal gestellten Rohres eingefeilt. Die Einschnitte für den Aufsatz und für das Schildzapfenvisir bei gezogenen Vorderladungsrohren stemmt und feilt man aus, und befestigt hierauf das Schildzapfenvisir mittelst 2 Schrauben in den Einschnitt der Angussscheibe.

ϱ. Bohren des Querloches und Erzeugung des Verschlussapparates bei Hinterladungsrohren.

§. 241. Das Bohren des Querloches geschieht auf einer der doppelt wirkenden Schildzapfen-Abdrehmaschine vollkommen ähnlichen Querlochbohrmaschine. Aus diesem Grunde wird hier blos bemerkt, dass nach der bewirkten entsprechenden Lagerung des Rohres in die Drehköpfe der Bohrmaschine nach einander Vor- und Kaliberbohrer eingesetzt und deren Achsen auf jene der Schildzapfen eingerichtet werden, worauf die Maschine in Gang gesetzt und das Bohren so lange vorgenommen wird, bis die Vorbohrer in die Bohrung eintreten, die Kaliberbohrer aber das Querloch auf seinen vorgeschriebenen Durchmesser bringen. Das Abdrehen der

ebenen Flächen des Querlochangusses erfolgt wie bei den vorderen Flächen der Schildzapfen.

Von den Bestandtheilen der Verschlussvorrichtung wird die Verschlussthüre im k. k. Arsenale aus Eisen gegossen, sodann mittelst Maschinen abgedreht, abgehobelt und die Schlitzöffnung gebohrt, endlich mittelst Feilen bearbeitet. Der zur Verschlussthüre gehörige schmiedeiserne Bolzen wird abgedreht und abgefeilt. Der Verschlusskolben oder der Quercylinder, jener aus Schmiedeisen, dieser aus Gussstahl, werden im rohen Zustande in das k. k. Arsenal eingeliefert, daselbst ebenfalls auf Dreh-, Hobel- und Bohrmaschinen bearbeitet und mit den erforderlichen Gewinden versehen.

Die Kurbel und die Reibungsmuttern des Verschlusskolbens, der Griff und die Scheibe des Quercylinders, die Charniertheile für den Thürbolzen, die Quercylinderkette und die zur letzteren gehörigen Arben und Haken werden sämmtlich aus Eisen geschmiedet, hierauf theils auf Maschinen, theils aus freier Hand formgerecht hergestellt, die Charniertheile in die Bodenfläche grösserer Rohre eingeschraubt, in jene kleinerer Kaliber aber blos eingelassen, endlich die Arben und Haken der Quercylinderkette, u. z. erstere in den Querlochanguss, letztere in die Scheibe des Quercylinders eingeschraubt.

Schliesslich wird erwähnt, dass alle Theile des Verschlussapparates schon während ihrer Erzeugung mittelst Chablonen und Lehren, sowohl auf die vorgeschriebene Gestalt, wie auch auf die richtigen Abmessungen genau geprüft werden.

6. Untersuchung des Rohres.

§. 242. Die Untersuchung neuerzeugter Geschützrohre umfasst das Vorvisitiren (gewöhnlich blos Visitiren genannt), das Beschiessen oder Tormentiren, die Wasserprobe und das Nachvisitiren.

Ein wie das Andere wird in Wien und Mariazell unter Leitung einer aus Ober-Officieren, oder wo diese in der vorgeschriebenen Anzahl nicht zur Disposition stehen, aus Ober- und Unterofficieren der Artillerie zusammengesetzten Kommission theils in eigenen Visitirlokalen, theils auf einem geeigneten Schiessplatze mit Hilfe sehr sorgfältig und genau erzeugter Visitirinstrumente und sonstiger Behelfe, dann unter Führung eines Visitirprotokolls vorgenommen.

Zur Beschleunigung der Arbeit und Schonung der Instrumente sollen wo möglich mehrere Geschützrohre derselben Art und desselben Kalibers gleichzeitig untersucht werden, um die einmal zusammengestellten Instrumente nicht zu oft zerlegen zu müssen.

α. Visitiren des Rohres.

§. 243. Durch das Visitiren oder Vorvisitiren der Geschützrohre will man sich von den vorgeschriebenen Dimensionen aller Theile und von der Beschaffenheit der sichtbaren Mängel die Ueberzeugung verschaffen.

Das Vorvisitiren zerfällt in die Vorbereitungen zu demselben und in die eigentliche Untersuchung; in Betreff der letzteren kommen wieder glattgebohrte und gezogene Geschützrohre in Betracht; endlich ist die

Untersuchung gezogener Vorder- und Hinterladungsgeschütze sowohl vor als nach dem Ziehen vorzunehmen.

Die Vorbereitungen zur Untersuchung des Rohres.

§. 244. Die Vorbereitungen bestehen in Folgendem:

1. Die Geschützrohre werden in der Bohrung und an der Aussenfläche mit Wischer, Werg und benetztem Wellsande gut gereinigt, was bei eisernen Rohren insbesondere so lange geschieht, bis jede Spur von Rost oder einer allenfallsigen veralteten Schmiere entfernt ist.

2. Die Rohre kommen mittelst Hebmaschinen auf eigene Lagerungsgestelle, Böcke, Taf. IX, Fig. 231 *a*, horizontal zu lagern und zu befestigen, und von den Mörsern auf ein Gestell zwei Rohre mit den Mündungen nach auswärts zu liegen.

3. Das Nationale der Geschützrohre wird nach den auf denselben vorhandenen Bezeichnungen aufgenommen und in das Visitirprotokoll eingetragen, wobei die Rohre gattungs- und gruppenweise, vom kleinsten bis zum grössten Kaliber und von der niedrigsten bis zur höchsten Nummer geordnet, einander zu folgen haben.

Um über die Konstruktionsart und die Materie des Rohres keinen Zweifel zuzulassen, muss das Nationale enthalten: den Kaliber und das Erzeugungsmetall des Rohres; den Staat, nach dessen Konstruktionssystem dasselbe erzeugt wurde oder welchem es ursprünglich angehörte; den Namen des Giessers und Gussortes, dann das Gussjahr; das Rohrgewicht in Wiener Pfunden; die Nummer des Zündlochkerns; endlich die Angabe, ob die Rohre in Lehm oder in Sand geformt wurden und bei eisernen Rohren insbesondere, ob sie aus Eisen vom ersten oder zweiten Gusse bestehen.

4. Das Zündloch untersucht man mit einer Visitirnadel und erweitert es, wenn es zu eng sein sollte, mittelst einer in die Brustleier befestigten Ausreibahle; die dadurch entstandenen scharfen Kanten und den Grath beseitigt man mittelst Senkkolben und Schlichtfeile.

5. Den in der Mitte der Schildzapfenscheiben etwa vorkommenden vom Abdrehen herrührenden kegelförmigen Aufwurf entfernt man sammt dem Grath am Umfange der Schildzapfen und Angussscheiben leicht mittelst Feilen.

6. Die Bohrung wird nochmals sorgfältig mit trockenem Werg ausgewischt, ihre Reinheit mittelst eines an die Leuchtstange zu befestigenden Wachskerzchens untersucht, und eine etwa noch nöthige Reinigung sofort veranlasst.

7. Die Mittelpunkte der ebenen Schildzapfenflächen, der Mittelpunkt des Traubenknopfes und der Diagonalpunkt der Henkel, wo die beiden letztgenannten Rohrbestandtheile vorkommen, werden ermittelt und durch kegelförmige Stemmkörner und Hämmer bezeichnet.

Die Mittelpunkte der Schildzapfenflächen und den Mittelpunkt des Traubenknopfes findet man am einfachsten, indem man mit einem Handzirkel beziehungsweise von dem Peripherie-Umfange der Schildzapfen oder von dem an dem Traubenknopfe eingeritzten Kreise Sektionsbögen beschreibt.

Zur genauen Ermittlung des Achspunktes der Traube dient übrigens eine Schublehre, Fig. 231 *a*, deren drei Schenkel mit einer Zolleintheilung und mit verschiebbaren Hülsen versehen sind.

Zum Gebrauche der Schublehre schätzt man den Halbmesser des eingeritzten Kreises beiläufig ab, stellt darnach zwei Schuberhülsen fest, setzt die Spitzen derselben in die Kreislinie ein, verschiebt die dritte Hülse so lange, bis deren Spitze gleichfalls auf die Kreislinie trifft, liest das Mass, wo dieses stattfindet, an der Eintheilung des bezüglichen Schenkels ab, und berechnet schliesslich den Durchmesser des Kreises nach der an diesem Schenkel eingravirten Formel $D = (2a + c)\left(1 + \frac{3a}{2a + c}\right)$, in welcher D den Durchmesser, a dèn abgeschätzten Halbmesser des Kreises und c das an dem dritten Schenkel abgelesene Mass bedeutet.

Werden nun, wie es Fig. 231 a versinnlicht, die 3 Schuberhülsen auf den jetzt bekannten Halbmesser festgestellt und mit ihren Spitzen auf die Peripherie des Traubenkreises gesetzt, so hat man blos nöthig, den im Vereinigungspunkte der Schenkel befindlichen verschiebbaren Stift nach abwärts zu drücken, wodurch der Mittelpunkt des erwähnten Kreises markirt wird. Dieser Punkt, in Verbindung mit dem Mittelpunkte der Bohrungsmündung, repräsentiren die Rohr- und Bohrungsachse, welche als Abcissenlinie aller Längenabmessungen des Rohres dient, und auf der die Schildzapfenachse senkrecht stehen muss.

Die Ermittlung des Mittelpunktes der ebenen Schildzapfenflächen in anderer Weise, als durch Sektionsbögen, ist im Folgenden enthalten; der Vorgang bei der Bestimmung des Diagonalpunktes der Henkel schliesslich für sich klar.

Die Untersuchung glattgebohrter Rohre.

§. 245. Bei der eigentlichen Untersuchung der glattgebohrten Geschützrohre ist folgende Reihenfolge zu beobachten:

Die Schildzapfenabmessungen visitirt man mit der kleinen Schublehre, Fig. 132. Dieses Instrument besteht aus dem messingenen Lineale $a\,b$ mit der Schuberhülse h, aus dem Schenkellineale $c\,d$, dem Schuberschenkel $e\,f$ und dem kleinen Schuber s. Auf der einen Seite des Lineals $a\,b$ ist eine Zolleintheilung, auf der anderen sind die Durch- und Halbmesser der Schildzapfen aufgetragen.

Die beiderseits durchbrochene, mit Zeigerstrichen und Nonius versehene Schuberhülse h ist zur Aufnahme des Schenkellineals $c\,d$ bestimmt, dessen eine Fläche eine Zolleintheilung, die andere die Länge der Schildzapfen enthält.

Der Schuberschenkel $e\,f$ hat auf der einen Seite seiner Hülse einen Nonius für die Zolleintheilung des Lineals $a\,b$ und auf der andern einen Zeigerstrich für die aufgetragenen Schildzapfen-Durchmesser. Der kleine Schuber s ist endlich mit einer stählernen Körnerspitze k und mit einem Zeigerstriche für die Halbmesser der Schildzapfen versehen. An allen Schuberhülsen sind Stellschrauben mit unterlegten Federn angebracht.

Die Länge der Schildzapfen wird mittelst des Schenkellineals $c\,d$, und der Durchmesser zwischen diesem und dem Schuberschenkel $e\,f$ am Schuberlineale $a\,b$, wie aus Fig. 232 ersichtlich, untersucht, und die etwaigen Abweichungen von den Normalabmessungen im Protokolle vorgemerkt. Indem man mehrere Durchmesser prüft, überzeugt man sich zu-

gleich von dem Uebereintreffen des vertikalen Schildzapfen-Durchschnittes mit der Kreisform.

Sollte mit der kleinen Schublehre der Mittelpunkt der ebenen Schildzapfenflächen bestimmt werden, so misst man den Durchmesser des Zapfens, stellt den kleinen Schuber auf das halbe Mass und beschreibt mit der Spitze drei unter 60 Graden sich schneidende Kreisbögen, in deren Mitte der gesuchte Punkt bemerkt und mit einem Körner vertieft wird. Mit einem Handzirkel überzeugt man sich dann von dem genauen Uebereintreffen des markirten Punktes mit dem Mittelpunkte der Schildzapfenflächen.

Zur Untersuchung der Zwischenweite der Angussscheiben bedient man sich der grossen Schublehre, Fig. 233. Diese besteht aus einem grossen messingenen Lineale *a b*, dessen eine Seite die Zolleintheilung, die Angussweiten und Schildzapfenlängen, die andere die Durchmesser der Visirreife enthält; ferner aus zwei ganz gleichen Schuberschenkeln *c d*, auf deren Flächen eine Zolleintheilung und die Herabsetzungsmasse der Schildzapfenachsen unter den höchsten Punkt des hinteren Visirreifes eingravirt sind.

Zu jedem Schenkel gehören noch ein Paar durchbrochener und ein Paar undurchbrochener Schuber *s s*, von denen die ersteren mit Nonius, Zeigerstrich und Stahlspitze versehen, die anderen zum Messen der Durchmesser bestimmt sind.

Zum Gebrauche der grossen Schublehre gehört endlich eine Wasserwage *w*, welche mit ihren 4 Füssen auf das Lineal gestellt werden kann.

Um die Zwischenweiten der Angussscheiben zu prüfen, wird vorerst das Rohr mit den Henkeln derart nach abwärts gekehrt, dass die Schildzapfenachse beiläufig horizontal liegt und hierauf die vollkommen wagrechte Lage derselben mittelst der Schublehre und der auf selbe aufzusetzenden Wasserwage bewirkt. Nun misst man die Augussweiten zwischen den, mit den undurchbrochenen Schubern versehenen Schenkeln am Lineale vor und hinter den Schildzapfen und ersieht gleichzeitig aus diesen Massen, ob die Angussscheiben auf der Achse der Schildzapfen in der Richtung der Horizontalebene senkrecht stehen.

§. 246. Bei den Visirreifen werden die Durchmesser geprüft und die höchsten Punkte ermittelt und bezeichnet.

Ersteres geschieht ebenfalls mittelst der grossen Schublehre, wozu das Rohr mit den Henkeln nach aufwärts gewendet, und die Schildzapfenachse horizontal gelagert wird. Die Durchmesser untersucht man zwischen den mit den undurchbrochenen Schubern versehenen Schenkeln, wozu der eine nach dessen Feststellung auf dem seitwärts der Mitte befindlichen Nullpunkte, an den Umkreis gelegt, und der zweite an letzteren geschoben wird.

Die höchsten Punkte der beiden Visirreife, oder wo letztere nicht vorkommen, der Visirplatten werden mittelst eines mit Wasserwage versehenen Senkelquadranten *S*, Fig. 232 bestimmt. Derselbe hat ein gekrümmtes Postament, dessen Aufliegekanten *a* durch stählerne Plättchen verstärkt sind; zwei Säulen, über welchen die Wasserwage *w* angebracht ist; den eigentlichen Senkelquadranten mit einem Gradbogen *b* von 30 Graden von der Ebene des Nullpunktes nach beiden Seiten und in dieser Ebene den in einer vertikalen Hülse verschiebbaren, unten zugespitzten Stahlstift *s*.

Dieser Quadrant wird bei absolut horizontaler Lage der Schildzapfenachse auf den Visirreif aufgestellt, der höchste Mittelpunkt mittelst des Stahlstiftes fixirt und hierauf mit Hilfe eines angemessen grossen Körners und eines Hammers kennbar tief markirt.

§. 247. Bei der Visitirung der Bohrung untersucht man ihre Beschaffenheit, Tiefe, die Abrundungsgestalt des Seelenbodens, die Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie, den Zustand des Kernes und den Durchmesser der Bohrung. Die Beschaffenheit der Bohrung muss zuerst geprüft werden, weil dieselbe behufs der folgenden Untersuchungen wegen der möglichsten Schonung und des leichten Gebrauches der hiezu zu verwendenden Instrumente einzuölen kommt und in diesem Zustande kleine Gruben oder sonstige Gebrechen leicht übersehen werden könnten. Um alle in der Bohrung allenfalls vorkommenden Mängel scharf und zuverlässig entdecken zu können, wird dieselbe entweder mittelst der Leuchtstange oder ungleich vortheilhafter mittelst des Geschützbohrungsspiegels beleuchtet.

Der Geschützbohrungsspiegel, Taf. X, Fig. 252, besteht aus dem Objektivspiegel *O*, dem Beleuchtungsspiegel *B*, der Bohrungsstange *b*, der Zugstange *z* und dem Fernrohr *F*.

Der nach dem Kaliber des zu untersuchenden Rohres erzeugte Objektivspiegel *O* ist an den knieartig gestalteten Träger *h* mit 4 Schrauben *l l* befestigt und lässt sich um den am Ende der Bohrungsstange *b* angebrachten Schraubenbolzen *i* bewegen. Diese Bewegung vermittelt das charnierartig mit der Zugstange *z* verbundene Zugstangenglied *k* in der Weise, dass durch Drehen der Schraube *e* die Zugstange vor- oder zurückgeschoben und hiedurch der Spiegel unter der zu beobachtenden Stelle der Bohrung nach Erforderniss gesenkt oder erhöht werden kann.

Der Beleuchtungsspiegel *B* ist oval durchbrochen, um das Bild im Objektivspiegel nicht nur mit freiem Auge, sondern auch mittelst des Fernrohres wahrnehmen zu können. Er kann um die Achse seiner Zapfen *a*, welche in den Pfannen oder Zapfenlagern des Trägers *n* ruhen, gedreht und mittelst seines Stellbogens *o* und einer an der Stellschraubenstange *g* des Trägers angebrachten Stellschraube festgestellt werden.

Zur Seitwärtsbewegung des Beleuchtungsspiegels wird dessen Träger *n* auf den Zapfen *p* des an der unteren Fläche der Bohrungsstange angeschraubten Trägeruntersatzes *u* gesteckt.

Die Bohrungsstange *b* ist von Eisen prismatisch gestaltet und zur Aufnahme der gleichfalls eisernen prismatischen Zugstange *z* rinnenartig ausgehöhlt; die letztere hat an ihrem rückwärtigen Ende die Zugstangenschraube *c*, durch deren Drehung dieselbe in der Aushöhlung der Bohrungsstange verschoben werden kann. Jede dieser zwei Stangen besteht aus 2 Theilen, welche man zum Gebrauche des Instrumentes mittelst mehrerer Befestigungsschrauben *d d* verbindet. Bei grossen Bohrungslängen werden zwischen diese Theile in gleicher Weise noch eine mittlere Bohrungs- und eine mittlere Zugstange festgemacht.

Das Fernrohr *F* ruht mit seinen 2 Zapfen in den Pfannen eines hinter dem Objektivspiegel befindlichen Trägers *r*, an dessen nach rückwärts reichender Verlängerung eine Schraube *s* zur Höhenrichtung des Fernrohrs angebracht ist. Zur Seitenrichtung desselben lässt sich der

Träger *r* um den Zapfen seines an der Bohrungsstange befestigten Postaments *t* drehen.

Damit das Instrument bei kurzen Geschützrohren durch das Gewicht seines ausser der Bohrung befindlichen Theiles sich nicht biege, wird dieser Theil durch ein Stativ sammt Träger unterstützt.

Eine wesentliche Bedingung zur Erreichung befriedigender Resultate bei dem Gebrauche des Geschützbohrungsspiegels ist, dass das Rohr möglichst abgekühlt und dessen Bohrung und Zündloch sowohl rein und trocken, als auch von Rauch und Dampf befreit ist, weil im Gegenfalle der Objektivspiegel anlaufen und das verlangte Bild gar nicht oder nur undeutlich zeigen würde.

Der Beleuchtungsspiegel muss ferner nach dem Stande der Sonne dergestalt gedreht werden, dass die von demselben reflektirten Sonnenstrahlen auf den Objektivspiegel treffen, welcher für sich wieder unter die der Beobachtung zu unterziehende Bohrungsstelle zu bringen und daselbst nach Erforderniss zu erhöhen oder zu senken ist. Die reflektirten Lichtstrahlen müssen möglichst senkrecht auf die zu beobachtende Bohrungsfläche auftreffen, und nur in dem Falle, als feine Risse, seichte Gruben und deren Umrisse zu untersuchen wären, lässt man die Strahlen schief auf diese Objekte auffallen, weil letztere in diesem Falle durch ihren Schatten deutlicher zu unterscheiden sind.

Endlich müssen jene Bohrungsstellen, welche bedeutend seitwärts oder gar unten liegen, durch eine entsprechende Drehung des Rohres in die höchste Lage gebracht werden. In Fig. 252 versinnlichen die scharfgezogenen Linien die Richtung eines Lichtstrahles für die Beleuchtung des Kernzapfens.

Ist die auf ihre Beschaffenheit zu prüfende Bohrung beleuchtet, so widmet man jeder Stelle derselben die grösste Aufmerksamkeit, sondirt Gruben, poröse Stellen und dgl. mittelst eines rechtwinkelig gebogenen, spitzigen Hakens, welcher an einer mit einer Zolleintheilung versehenen Stange angebracht ist, liest ihren Abstand von der Mündung ab, misst ebenso ihre Ausdehnung gegen den Stossboden zu, und schätzt ihre Breite blos ab. Die Tiefe bestimmt man mittelst desselben Hakens, indem man ihn mit Wachs belegt und in die Grube drückt, wodurch das Wachs von der Spitze um die ganze Tiefe der Grube zurückgedrängt wird. Grössere Gruben drückt man mittelst des Setzkolbens und darauf geklebten Abdruckwachses ab und verzeichnet sie im Protokolle in natürlicher Grösse. Um solche Gruben bei der dem Beschiessen folgenden Nachvisitirung wieder leicht auffinden zu können, wird an der Aussenfläche des Rohres genau in der Verlängerung eines durch die Grube gehenden Bohrungshalbmessers ein Punkt mit einem Körner eingeschlagen. Im Protokolle werden die Gruben von der Mündungsfläche angefangen, mit dem fortlaufenden Buchstaben des Alphabetes benannt. Bei porösen Stellen, welche durch Zusammenhäufung sehr kleiner Gruben kennbar sind, wird nebst dem Abstande von der Mündung auch die Erstreckung nach den verschiedenen Richtungen bemerkt. Ebenso müssen etwa vorhandene, nach der Bohrungslänge laufende Kaliberbohrstreife, in ihrer Zahl, Länge und Tiefe, so wie die durch das Mitschleifen der Späne unter dem Bohrer entstandenen Bohrringe genau angegeben werden.

§. 248. Zur Messung der Tiefe der Bohrung wird diese mittelst

eines mit Werg belegten und mit Oel stark benetzten Wischkolbens leicht eingeölt, und in selbe eine eiserne prismatische Bohrungsstange *a b*, Fig. 234, Taf. IX, eingeführt, welche vorne eine konische Stahlspitze *a* hat und durch bronzene koncentrische und kalibermässige Bohrungsscheiben *B B* in der Mitte der Bohrung gehalten wird. Die Bohrungsscheiben sind um 1^{IV} kleiner im Durchmesser als die betreffende Bohrung und durch 2 Druckschrauben *s s* an der Stange befestigt. Die Tiefe der Bohrung begrenzt an der Stange die Mündungsscheibe *M*.

Die Bohrungsstange kann für lange Rohre dadurch angemessen verlängert werden, dass an den sägezahnförmigen Ausschnitt *b* ein zweites Stück angeschraubt und über dasselbe eine Hülse geschoben wird, während zu gleichem Zwecke auch die Bohrungsscheiben von 2 bis auf 5 vermehrt werden können.

Hinter der Stahlspitze ist die Bohrungsstange mit einem Gewinde zum Anschrauben der Bohrungs-Abrundungskolben versehen. An den Seiten der Bohrungsstange sind schliesslich von der Spitze aus die Tiefen der Bohrungen aufgetragen. Dieselben werden auf den mit *O. K.* (ohne Kolben) bezeichneten Massstäben geprüft.

Für die weitere Untersuchung wird die Rohrachse dadurch horizontal gelagert, dass man auf den aus der Mündung herausragenden Theil der Stange eine Wasserwage setzt, und diese durch Heben oder Senken des Rohres mittelst des am Lagerungsgestelle angebrachten vorderen Sattels zum Einspielen bringt. Sollte hiebei die Schildzapfenachse aus ihrer horizontalen Lage verrückt worden sein, so müsste dieses wieder berichtigt werden. Die wagrechte Lage des Rohres bezeichnet man durch Striche, sowohl an demselben, als auch am Lagerungsgestelle.

§. 249. Die Abrundung des Stossbodens, oder eigentlich die Grösse des Abrundungshalbmessers untersucht man mittelst eines für jeden Geschützkaliber vorhandenen Bohrungsabrundungskolben *K*, Fig. 235.

Dieser Kolben ist gleich den Bohrungsscheiben um 1^{IV} im Durchmesser kleiner als die Bohrung, und wird an die Gewinde der Bohrungsstange geschraubt.

Der Massstab für die Bohrungstiefen bei angeschraubtem Kolben ist an der Stange mit *m. K.* (mit Kolben) bezeichnet. Sowohl die ohne, als auch mit dem Kolben gemessenen Tiefen müssen übereinstimmen.

Die Grösse des Abrundungshalbmessers ergibt sich dadurch, dass man den Kolben mit einer Schichte des aus 4 Theilen gelben Wachs und 1 Theil Unschlitt zubereiteten Abdruckwachses nach der Richtung eines grössten Kreises belegt, den Kolben fest gegen den Seelenboden drückt, nach dem Herausziehen das Wachs mit einem in Oel getränkten Zwirne in der genannten Richtung durchschneidet, den einen Streifentheil beseitigt, die Ordinaten an dem Durchschnitte mit dem Zirkel misst und schliesslich die Abrundung auf Papier verzeichnet und untersucht.

§. 250. Um die Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie zu bestimmen, gebraucht man einen hölzernen Zündlochkolben *Z*, Fig. 236, welcher nach der Bohrungsabrundung geformt, bis zur Hälfte eben ausgeschnitten und mit einer bronzenen Hülse zum Anschrauben an die Gewinde der Bohrungsstange versehen ist.

An dem Ausschnitte des Kolbens ist der Normalpunkt für die Vorsetzung der Zündlochachse eingeritzt.

Vor dem Gebrauche wird diese Stelle mit einer dünnen Schichte Abdruckwachs belegt, sofort der Kolben an die Bohrungsstange geschraubt und diese, ohne sie zu drehen, in die Bohrung bis zum Stossboden eingeführt. Mit einer Zündlochvisitirnadel, welche nur um 1^{IV} schwächer ist als der Zündlochkanal, sticht man durch denselben unter leichtem Andrücken in den Kolben, entfernt denselben aus der Bohrung und untersucht, ob sich hiebei ein Abstand von dem Normalpunkte ergibt. Die Zündlochweite wird nach dem Spielraume der Visitirnadel im Zündloche abgeschätzt und vorgemerkt.

§. 251. Den Zustand des Kernzapfens, sein gehöriges Anschliessen an — und seine Vergleichung mit den Borungswänden entnimmt man entweder durch Beleuchten oder durch Abdrücken in Wachs, wozu man sich des einfachen oder vortheilhafter des doppelten Abdruckkolbens bedient.

Der einfache Abdruckkolben, Fig. 237, besteht aus dem Kolben *K* und einer damit verbundenen Stange *S*.

Der cylindrische Theil des Kolbens hat einen um 6^{IV} kleineren Durchmesser als die zugehörige Bohrung, und ist an dem bis zu seiner Achse ausgeschnittenen Ende mit seinem Halbmesser abgerundet, was ihn für die mit dem Halb- oder dem Durchmesser der Bohrung gebildeten Abrundungen des Seelenbodens anwendbar macht.

Zur Vornahme des Abdrückens füllt man den Ausschnitt des Kolbens mit Wachs aus, formirt dasselbe nach der Bodenabrundung, bestreicht es mit Baumöl, führt den Kolben mit dem nach aufwärts gekehrten Wachse bis an den Seelenboden in die Bohrung, gibt auf das Ende der Stange einige kräftige Streiche mittelst eines Hammers, drückt die Stange an den oberen Mündungsrand und zieht den Kolben mit der an diesem Rande schleifenden Stange aus der Bohrung.

Der doppelte Abdruckkolben, Fig. 238 *a* und *b*, wovon Fig. 138 *a* den neueren und Fig. 138 *b* den älteren Kolben darstellt, besteht aus zwei getrennten Stangen, wovon die eine, beim Gebrauche die obere, in einen Kolben *K*, die andere in einen Keil *k* endet. Zur Benützung dieses Kolbens belegt man den oberen Theil des Kolbens *K* hinlänglich mit Wachs und überzieht dasselbe mit Oel, oder wendet dieses und gewalgtes Guttapercha an (siehe §. 280), führt diesen Theil bis an den Seelenboden in die Bohrung ein, schiebt den unteren, mit seiner schiefen Fläche nach aufwärts gekehrten Kolbentheil *k* nach, gibt nach einander auf das Ende der oberen und unteren Kolbenstange einige mässige Schläge, entfernt den Keiltheil, führt einen Schlag auf die Stange des oberen Kolbens und zieht diesen, auf der unteren Fläche schleifend, aus der Bohrung.

§. 252. Der Durchmesser der Bohrung wird von der Mündung angefangen, in Abständen von 3 Zoll bis zum Seelenboden oder zur Wölbung entweder mit dem älteren, oder mit dem neueren, sogenannten einfachen Sterninstrumente, oder aber mit dem Geschützbohrungsmesser untersucht. Die beiden letztgenannten Instrumente sind hauptsächlich zur Prüfung der Bohrungsdurchmesser von bereits gebrauchten Rohren bestimmt, und das einfache Sterninstrument nur für Rohre vom 3pfd. Eisen- bis einschliesslich des 10pfd. Steinkalibers, der Geschützbohrungsmesser dagegen für alle Kaliber anwendbar.

Das ältere Sterninstrument, Fig. 239, besteht aus dem messingenen Sternkopfe *A* mit den Sternstiften *s s'* und der Sternscheibe *f*, aus der

hölzernen Leitröhre *C* sammt Führungsscheiben *D D* und aus der eisernen Schubstange *B*, mit dem angeschraubten Eisenstücke oder der schiefen Ebene *e*.

Der Sternkopf ist ein cylinderförmiges, durchbrochenes Gehäuse, in welchem sich die schiefe Ebene mittelst der durch die Leitröhre gehenden Schubstange vor- und zurückschieben lässt.

In der an der Stirnseite des Sternkopfes befindlichen Sternscheibe *f* sind vier stählerne Sternstifte *s s s s'* senkrecht auf einander, u. z. drei davon — die ordinären Stifte *s s s* — mit Schrauben befestigt, der vierte dagegen — der Schlittenstift *s'* — lose angebracht; jene erhalten den Sternkopf in unveränderlicher Lage, dieser sitzt an der Hypotenuse der schiefen Ebene auf und wird bei dem Vorrücken der Schubstange gehoben, woraus sich die Differenz der Bohrungsdurchmesser bestimmen lässt.

Die Leitröhre besteht aus 7 Theilen, welche zusammengefügt, für die längste Bohrung ausreichen; 6 davon sind von gleicher Einrichtung, der 7. bildet hingegen das Handstück *g*, mit der darauf geschraubten Rektificirhülse *r*, sammt Druckschraube *d*, durch welch' erstere der Röhrentheil um ein gewisses Mass verlängert werden kann.

In das Holz der Leitröhre sind in Abständen von 6 zu 6″ entsprechend bezeichnete Messingplättchen und zwischen je zwei derselben Messingstifte eingelassen, wodurch man das Vorrücken der Röhre von 3 zu 3″ abzulesen vermag.

Das erste Plättchen ist 12″ von den Sternstiften entfernt, und daher auch mit der Zahl 12 bezeichnet. Zur Stütze und Führung der Leitröhre in der Bohrung dienen 3 bis 4 kalibermässige Führungsscheiben.

Die Schubstange, die, wie schon erwähnt, an einem Ende die schiefe Ebene trägt, hat am andern Ende die Handhabe *h*, und vor derselben eine vierseitige messingene Hülse *m*, deren zwei einander gegenüber liegende Seiten Massstäbe für die Bewegung des Schlittenstiftes enthalten. Die Eintheilung an diesen Massstäben ist so getroffen, dass die in 12 Theile abgetheilte Einheit derselben sich zu 1‴ verhält, wie die Grundlinie der schiefen Ebene zu deren Höhe. Wenn daher die Schubstange so weit vorgeschoben wird, dass z. B. 12 Theilstriche des Massstabes in die Rektificirhülse eingetreten sind, so wurde der Schlittenstift um 12^{IV} gehoben. Um die Grösse der Aufwärtsbewegung des Schlittenstiftes am Massstabe leicht und genau ablesen zu können, wird hinter die Rektificirhülse ein bronzenes, vierseitiges, zur Aufnahme der Massstabhülse der Schubstange durchbohrtes Indexstück auf die letztere gesteckt, dessen hintere Kante als Weiser für die in die Rektificirhülse eingetretenen Massstabtheile dient.

Vor dem Gebrauche muss das Sterninstrument rektificirt werden. Dieses geschieht mittelst eines metallenen Ringes, Sternlehre, in dessen Breitenmitte sich ein eingedrehter Kreis befindet und dessen Lichtenweite um 1^{IV} kleiner ist als der normale Bohrungsdurchmesser. Man gibt den Ring über die Sternstifte, verschiebt die Schubstange so lange, bis der Schlittenstift den Kreis des Ringes berührt und stellt hierauf die Rektificirhülse mit der Kante des Indexstückes um die Zwischenweite zweier Theilstriche von dem Nullpunkte des Massstabes entfernt, mit ihrer Druckschraube fest.

Damit das Instrument, besonders bei langen Rohren, wegen seiner

Länge nicht gebogen oder sonst beschädigt werde, so legt man es in die rinnenartige Vertiefung eines mit der Zolleintheilung versehenen Sternbrettes. Dasselbe wird auf zwei Bockgestellen vor der Mündung des Rohres in gleicher Höhe und Lage mit der unteren Bohrungswand aufgestellt, und zeigt zugleich das Vorrücken des Sterninstrumentes von Zoll zu Zoll an seinem Massstabe an.

Die Kammer und der Flug der Kammergeschütze werden auf gleiche Weise wie die Bohrung der Kanonen, die Wölbung dagegen wird an mehreren Stellen durch eigene Wölbungsstifte untersucht, wozu die Abscissen dieser Stellen auf der bei allen Wurfgeschützen aus einem Stücke bestehenden bronzenen Röhre des Sterninstrumentes bemerkt sind.

Für jeden Kaliber sind zur Untersuchung der Bohrungs-, Kammer- und Wölbungsdurchmesser eigene Sternstifte und für die mannigfachen Kaliber drei Sternköpfe von verschiedener Grösse eingeführt.

§. 253. Das einfache Sterninstrument, Fig. 240, hat im Allgemeinen dieselbe Einrichtung und dieselben Hauptbestandtheile, wie das ältere Sterninstrument; es verdient blos hervorgehoben zu werden, dass die Sternkopfhülse *H* des neueren Instrumentes nicht durchbrochen, die eiserne runde Schubstange *S* aus mehreren Theilen zusammengesetzt und der rückwärtige Endtheil mit dem prismatischen Massstabstücke *m* verbunden ist; ferner, dass statt der hier mangelnden Führungsscheiben die Stütze und Führung des Instrumentes in der Bohrung durch Trag- oder Führungsfedern *F* und die halbe Mündungsscheibe *M* bewirkt wird. Die Trag- oder Führungsfeder wird mit ihrer messingenen Schuberhülse *h* an die Leitröhre hinter dem Sternkopfe durch eine Schraube *s* befestigt, die Stahlfeder mit ihrem Einschnitte an die Kante der dreiseitigen prismatischen Warze *w* durch wechselseitiges Anziehen und Nachlassen der Schrauben *c c* nach Erforderniss gedrückt und hiedurch die Feder in eine angemessene Spannung für jeden zu untersuchenden Kaliber versetzt. Wenn das Instrument für lange Bohrungen aus mehr als 2 Röhrentheilen zusammengesetzt ist, wird in deren Mitte noch eine zweite Tragfeder angebracht.

Die halbe Mündungsscheibe hat 2 Arme *a a*, in deren Durchbrüchen sich zwei gabelförmige Backenstücke *b b* verschieben und durch Schrauben *d d* feststellen lassen. Auf der oberen Fläche des linken Armes sind Linien für die zu untersuchenden Kaliber eingravirt und ist an dem korrespondirenden Backenstücke der Zeigerstrich angebracht. Beim Gebrauche liegen die angemessen gestellten Backenstücke an der Bohrungswand an und erhalten die halbe Mündungsscheibe in unverrückbarer, entsprechender Lage. Zur Rektificirung des Instrumentes dient die gewöhnliche Schublehre, zwischen deren Schenkel der Schlitten- und der diesem entgegengesetzte ordinäre Sternstift gebracht und die Rektifikation in ähnlicher Weise wie bei dem älteren Sterninstrumente vorgenommen wird. Zur Vermeidung von Fehlern, welche durch das Federn der Schenkel entstehen könnten, sollen die erwähnten Stifte möglichst nahe dem Lineale der Schublehre liegen. Endlich entfällt das Sternbrett sammt dessen Bockgestellen, weil das Instrument wegen seiner Leichtigkeit beim Gebrauche bequem von zwei Individuen gehandhabt und in der Richtung der Rohrachse erhalten werden kann.

§. 254. Der Geschützbohrungsmesser ist in Fig. 241 in seiner Zusammensetzung zur Visitirung langer Geschützrohre in der Seitenansicht

und in Fig. 242 zur Visitirung kurzer Rohre in der oberen Ansicht dargestellt.

Dieses Instrument hat als Hauptbestandtheile den eisernen Schuberkopf *A*, den hölzernen prismatischen Leitbalken *C* und die eiserne cylindrische Stange *B*. Der Schuberkopf besteht aus der Schuberplatte, in deren Ausschnitt sich der gezähnte Schuber *b* durch die Drehung des mit einer Welle versehenen Triebrades *c* bewegt (siehe den Schnitt nach *a' b'*, Fig. 241), ferner aus der Deckplatte *f*, und dem Schuberkopfträger *i* mit seinen beiden unter dem Winkel von 90 Graden gegeneinander geneigten Füssen *k k*. An jedem der beiden Längenende des Schubers ist eine mit Schraubengewinden versehene Warze angebracht, auf welche Visitirstifte *h h'* geschraubt werden. Von den letzteren, wie auch von den Schuberkopfträgern sind je nach den verschiedenen Geschützkalibern 16 Paare von verschiedener Länge eingeführt.

Der Schuberkopfträger, die Schuber- und die Deckplatte sind in den Ecken durchlocht, um diese Theile mittelst 4 Schuberkopfsbefestigungsstangen *a a* mit einander verbinden und den zusammengestellten Schuberkopf an das vordere Ende des Leitbalkens befestigen zu können. Ausserdem befindet sich in dem Schuberkopfträger und den beiden Platten noch je eine Oeffnung, durch welche die Welle des Triebrades gesteckt wird.

Der Leitbalken hat eine Rinne sammt angeschraubten Pfannen *d* zur Aufnahme der eisernen Stange und besteht aus zwei Theilen *C* und C_2, die mit einander durch eine messingene Hülse *P*, und durch mehrere Schrauben verbunden, zur Untersuchung der längsten Bohrungen ausreichen. An dem vorderen Ende des Leitbalkens ist der Schuberkopf derart angebracht, dass dessen Befestigungsstangen senkrecht auf den Diagonalen des Balkenquerschnittes stehen. Unter einander erhalten die Befestigungsstangen ihre feste Verbindung durch die an der Stirne des Balkens eingelassene, mit 4 Gewindwarzen versehene Stirnplatte *e*, auf welche sie aufzustecken kommen, während die Verbindung mit dem Balken durch je 3 Holzschrauben bewirkt wird.

Das rückwärtige Ende des Leitbalkens wird von dem mit Schrauben daran befestigten eisernen Kloben *F* umfasst, an welchem wieder die messingene Scheibe *E* ebenfalls mittelst Schrauben befestigt ist. Auf dieser Scheibe sind beiderseits vom Nullpunkte 9 in Punkte eingetheilte und mit fortlaufenden Ziffern markirte Linien eingravirt.

Um zu wissen, wie weit die Visitirstifte in der Bohrung vorgedrungen sind, ist an der oberen Fläche des Leitbalkens eine Massstabeintheilung von Schuhen, ganzen und halben Zollen angebracht, deren erster Theilstrich 12 Zolle von der Verbindungslinie der Visitirstifte entfernt und mit *I* (1 Schuh) bezeichnet ist. Schneidet daher der Theilstrich *I* mit der Mündungsfläche des zu visitirenden Rohres ab, so kann mit dem Instrumente der vertikale Durchmesser jenes Querschnittes der Bohrung gemessen werden, welcher 1 Schuh von der Mündungsfläche entfernt liegt. Die eiserne Stange ruht in dem Lager der Stirnplatte *e* in dem rinnenartigen Ausschnitte des Leitbalkens und in den Ausrundungen des Klobens *F* und der Scheibe *E* und wird durch die Pfannen *d* des Leitbalkens in der richtigen Lage erhalten. Für lange Bohrungen kann die Stange gleich dem Leitbalken durch einen zweiten Theil B_2 verlängert und die unwandelbare Verbindung beider Theile durch die messingene

Hülse *o* und mehrere Schrauben bewirkt werden. Am vorderen Ende der Stange befindet sich eine Ansatzhülse sammt Stellschraube für die Welle des Triebrades, welche den Schuberkopfträger, die Schuber- und Deckplatte durchgreift und der Stange weitere Ruhe und Drehlager verschafft; das entgegengesetzte Ende der Stange trägt die hölzerne Handhabe *D* und den Zeiger *g*, welcher bei dem Drehen der Stange das Mass der Auf- und Abwärtsbewegung des gezähnten Schubers auf der Scheibeneintheilung zeigt. Zu dem Geschützbohrungsmesser gehören noch ferner 2 eiserne Druckhebel mit der Bestimmung für enge und weite Bohrungen, 6 nach dem Kaliber verschieden gebogene Spannfedern, für jeden Kaliber 1 hölzerner Lagerungssattel, schliesslich 1 hölzernes Stativ mit seinem Träger.

Der Druckhebel *m* bewegt sich zwischen den Oehren einer eisernen Platte *l*, welche zwischen den zwei an der Oberfläche des Leitbalkens befestigten Schuberkopfbefestigungsstangen angeschraubt ist, und soll im Vereine mit den Füssen des Schuberkopfträgers den vorderen Theil des in die Bohrung des Rohres eingeführten Instrumentes in einer möglichst festen Lage erhalten. Die Spannfeder *n* ist an der Platte *l* angeschraubt und drückt den Druckhebel gegen die obere Bohrungswand; sie muss so viel Kraft besitzen, um bei dem Gebrauche des Instrumentes, sobald der untere Visitirstift durch die Drehung der eisernen Stange sich an die Bohrungswand stützt, dem Weiterdrehen der Stange einen genügend grossen Widerstand entgegen zu setzen und hiedurch das für ein richtiges Messen der Bohrungsdurchmesser nachtheilige Heben des Instrumentes am vorderen Theile verhindern.

Der Sattel *K* bewirkt die horizontale Lage des Instrumentes in der Geschützbohrung; das dreifüssige Stativ *S* mit dem Träger *T* endlich hat den Zweck, insbesondere bei langen Rohren das aus der Bohrung reichende Instrument zu stützen und mit zu dessen Erhaltung in wagrechter Lage beizutragen.

Bevor mit dem Geschützbohrungsmesser manipulirt wird, muss man die Entfernung der Spitzen der beiden festgeschraubten Visitirstifte mit der Schublehre messen und das gefundene Mass vormerken. Das Instrument wird mit dem Schuberkopfe voraus in die gereinigte und eingeölte Bohrung der nahezu horizontal gelagerten Rohre eingeführt und in einer angemessenen Entfernung von der Mündung auf das Stativ aufgelegt. Dabei kommt zu beobachten, dass die Massstabeintheilung des Leitbalkens oben liegt, und dass die Achse des Instrumentes mit der Rohrachse zusammenfällt. Soll nun ein Seelendurchmesser zur Ermittlung der Bohrungserweiterung gemessen werden, so dreht der Visitirende die Handhabe nach einander sanft nach rechts und nach links, bis er fühlt, dass der Visitirstift an der unteren oder der oberen Bohrungsfläche ansteht und liest an der Eintheilung der Scheibe das Mass ab, um welches der Zeiger rechts oder links vom Nullpunkte absteht. Genau um dieses Mass hat sich der Visitirstift nach ab- oder aufwärts bewegt.

Addirt man nun zu beiden Massen die vorgemerkte Entfernung der Visitirstiftspitzen von einander, so gibt die Summe den wirklichen Durchmesser der Bohrung an derjenigen Stelle, wo die Visitirstifte sich bei dem Messen befinden. Zieht man von dem gemessenen den vorgeschriebenen Durchmesser der Bohrung ab, so zeigt der Unterschied die gesuchte

Bohrungserweiterung. Fände man z. B. bei einem 6pfd. Rohre, dass sich der Schuber an irgend einer Stelle der Bohrung um 1''', 5^{IV} ab- und um 2''', 2^{IV} aufwärts schieben liesse und betrüge der gemessene Abstand der beiden Visitirstiftspitzen von einander 3'', 4''', 2^{IV}; so gibt die Summe dieser drei Masse 3'', 7''', 9^{IV}. Da jedoch der vorgeschriebene Bohrungsdurchmesser nur 3'', 7''', 1^{IV} beträgt, so ergäbe sich an der gemessenen Stelle der Bohrung eine Erweiterung von 8^{IV}.

Wenn mehrere Bohrungen gleichen Kalibers zu untersuchen sind, so ist es einfacher, sich gleich anfangs die konstante Differenz zwischen dem vorgeschriebenen Bohrungsdurchmesser und der mit der Schublehre gefundenen Entfernung der beiden Visitirstiftspitzen zu bestimmen; man hat dann die Summe der beiden durch das Instrument erhaltenen Masse blos um diese Differenz zu vermindern, um durch den auf solche Weise erhaltenen Unterschied die Grösse der Bohrungserweiterung an der untersuchten Stelle zu erkennen. Ist das Instrument hinreichend tief in die Bohrung eingeführt, so wird zur Unterstützung des Leitbalkens unter denselben der kalibermässige Sattel derart geschoben, dass er mit der Mündungsfläche abschneidet. Gelangt das Instrument endlich über die Hälfte der Bohrung, so kann man das Stativ entfernen.

§. 255. Die Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche prüft man mittelst des Mündungskreuzes *M* und der beiden Körnerlineale *k k*, Taf. IX, Fig. 231 *a* und *b*.

Das Mündungskreuz besteht aus den beiden gabelförmigen Backen *b b*, auf welchen die Halbmesser der hinteren Visirreife aufgetragen sind, und aus den beiderseits der Backen angebrachten Armen *a a*. Die Letzteren haben eingeschnittene Staffeln, deren Längen mit den der Schildzapfenachsen verschiedener Rohrkaliber übereinstimmen und deren obere Kanten so weit unter der Seellinie liegen, als die Schildzapfenachsen unter dieselbe herabgesetzt sind; neben jeder Höhenkante der Staffeln ist der Rohrkaliber, für welchen sie gehören, bezeichnet.

Die messingenen Körnerlineale, von denen drei verschiedene Grössengattungen vorhanden sind, haben an einem Ende Körnerspitzen, von welchen aus auf jedem Lineale die Masse für die Zurücksetzung der Schildzapfenachsen nebst einem kurzen Transversalmassstabe aufgetragen sind. Zum Gebrauche des Mündungskreuzes und der Körnerlineale gehören noch drei Wasserwagen *v*, *v*, *w*, Fig. 231 *b*, und zwei kalibermässige Bohrungsscheiben.

Um die Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche zu untersuchen, wird das mit den Bohrungsscheiben adjustirte Mündungskreuz *M* bei horizontaler Lage der Rohr- und Schildzapfenachse in die Mündung gesteckt und mittelst der Wasserwage *w* so gestellt, dass die beiden parallelen Kanten der Backen *b b* vertikal stehen. Auf die dem Kaliber entsprechenden Staffeln legt man ferner die Körnerlineale *k k* parallel zur Rohrachse und hält deren Spitzen in die vertieften Mittelpunkte der Schildzapfenscheiben.

Da die Zurücksetzung der Schildzapfenachse in einer horizontalen Ebene bestimmt werden muss, so wird auch auf jedes Körnerlineal eine Wasserwage *v* gesetzt, und wenn alle drei Wasserwagen einspielen, die Entfernung der Schildzapfenachse an der Eintheilung der Körnerlineale geprüft, wobei zu bemerken kommt, dass beide Masse stets gleich sein

müssen, widrigenfalls die Schildzapfenachse nicht senkrecht auf der Bohrungsachse stünde. Ist die Zurücksetzung der Schildzapfenachse ermittelt worden, so wird der schon im Bohrwerke an der Mündungsfläche eingedrehte Kreis nach genauer Horizontalstellung des Mündungskreuzes mittelst einer an den Kanten der obersten Stufen desselben geführten Reissnadel an beiden Seiten durchschnitten und nach Entfernung des Instrumentes auch der vertikale Durchschnitt durch Kreisbögen bestimmt, welche mittelst eines in die horizontalen Durchschnittspunkte eingesetzten Zirkels zu beschreiben kommen. Schliesslich werden alle vier Durchschnittspunkte mit einem Körner eingesenkt.

Bei Mörserrohren insbesondere müssen die beiden senkrecht aufeinander stehenden Linien stark und genau eingerissen werden, weil sie zum richtigen Aufsetzen der älteren Richtquadranten dienen.

§. 256. Zur Untersuchung der Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Seellinie gehören die Bohrungsstange *s*, Fig. 248, das grosse messingene Geschützlineal *L*, die grosse Schublehre *S* und zwei Wasserwagen. Die Bohrungsstange *s* ist prismatisch und wird je nach dem zu untersuchenden Kaliber zusammengesetzt, und mit passenden Bohrungsscheiben und dem Seelenabrundungskolben versehen.

Das Geschützlineal *L* hat den vorderen und hinteren Schuberschenkel *a*, *b*, dann die Schuber- und Körnerhülse *s'*, *s''*; beide Schenkel enthalten eine Zolleintheilung, der vordere überdies die Halbmesser der vorderen, der hintere jene der hinteren Visirreife. Damit das Lineal beim Gebrauche sich nicht biege, wird es durch den Unterlagssattel *c* gestützt, welcher durch eine Schraube angemessen erhöht werden kann. Von dem Geschützlineale sind drei verschiedene Grössengattungen eingeführt. Der grossen Schublehre *S* und der Wasserwagen wurde bereits früher Erwähnung gethan.

Soll die Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Seellinie untersucht werden, so wird die mit den kalibermässigen Bohrungsscheiben und Kolben versehene Bohrungsstange *s* in die Bohrung des schon von früher her horizontal gelagerten Rohres eingeführt, das Geschützlineal *L* mit seinem Schuber so weit über dessen vorderen Schenkel *a* gesteckt, als es der Halbmesser des vorderen Visirreifes erfordert, und das Lineal bei Kanonen und Haubitzen auf den höchsten Punkt des hinteren Visirreifes, bei Mörsern dagegen auf einen oberhalb des Henkels befindlichen Vergleichungspunkt aufgelegt. Nun schiebt man den Schuber des vorderen Schenkels *a* auf die Bohrungsstange herab und letztere sammt dem Lineale so weit rückwärts, bis die hintere Fläche des erwähnten Schenkels an der Mündung anliegt. Hierauf wird der hintere Schuberschenkel *b* mit der Körnerhülse nach dem Halbmesser des hinteren Visirreifes gestellt und auf das Geschützlineal dergestalt gesteckt, bis der Körnerstift in den Mittelpunkt des Traubenknopfes eintrifft.

Bei gehöriger Konstruktion des Rohres muss das Geschützlineal mit der Seellinie parallel sein, was die auf der Bohrungsstange und dem Geschützlineale aufgestellten Wasserwagen zu verificiren haben. In dieser Lage wird die grosse Schublehre *S* auf die für das Rohr festgesetzte und auf der oberen Kante des Geschützlineals verzeichnete Zurücksetzung der Schildzapfen von der Mündungsfläche so aufgesetzt, dass das Lineal der Schublehre mit seiner Wasserwage *w* horizontal, beide Schuberschenkel *k k*

aber vertikal nach abwärts stehen. Auf die letzteren steckt man die Schuberhülsen *h h*, und hält sie mit ihren Körnerspitzen in die markirten Mittelpunkte der Schildzapfenscheiben fest.

In dieser Lage der Schublehre muss bei dem Einspielen ihrer Wasserwage die Herabsetzung der Schildzapfenachse beiderseits sowohl von der oberen Kante des Geschützlineals, als auch von der Rohrachse ohne Toleranz gleich sein, wofür das Mass für alle Geschützgattungen auf beiden Schenkeln der Schublehre aufgetragen ist. Allenfalls vorkommende Abweichungen müssten mit Hilfe des Zollmassstabes und Nonius genau ermittelt und in das Protokoll eingetragen werden.

§. 257. Zur Untersuchung der Koncentricität der Rohre, welche in Folge des gegenwärtig beobachteten Vorganges beim Bohren und Abdrehen der letzteren nicht leicht mangelhaft sein kann, wird die eben erwähnte Zusammenstellung der Instrumente, jedoch ohne Schublehre, am Geschützrohre beibehalten. Mit einem Anschlagschuber *A* sammt Visitirstift und Zolleintheilung, Taf. IX, Fig. 248 und 249, wird vorerst der Abstand der unteren Kante des Geschützlineales vom vorderen Visirreife bestimmt, hierauf das Geschützlineal abgenommen, das Rohr bei festgehaltener Bohrungsstange umgewendet, das Lineal erneuert auf den höchsten Punkt des hinteren Visirreifes wie früher gestellt und schliesslich das Rohr mit Hilfe der auf der Bohrungsstange befindlichen Wasserwage und der Stellschraube des Bockgestelles in Horizont gebracht.

Spielt nach diesen Verrichtungen die Wasserwage des Geschützlineals ein, so ist der hintere Visirreif zur Bohrung koncentrisch. Um sich von dieser Eigenschaft auch bezüglich des vorderen Visirreifes zu überzeugen, wird der Stift des Anschlagschubers bis an den letztgenannten Visirreif herabgedrückt; zeigt der Abstand desselben vom Anschlagschuber das gleiche Mass wie bei der früher vorgenommenen Untersuchung, so wird die Koncentricität bestätigt.

Bei Mörsern genügt die geschöpfte Ueberzeugung, ob bei jeder Wendung des Rohres das in den Flug gesteckte Mündungskreuz mit seinen Armen stets genau an der Mündungsfläche liegt.

Bei einem excentrisch gebohrten Rohre müsste man die Richtung und Grösse allenfallsiger Abweichungen in der Koncentricität der Visirreife ermitteln und im Protokolle angeben.

§. 258. Zur Untersuchung der verschiedenen Längenmasse des Rohres dient das alle zu prüfenden Dimensionen enthaltende Geschützlineal mit dem Anschlagschuber. Der Letztere wird auf den Theilstrich der zu untersuchenden Abmessung geschoben und der Visitirstift herabgedrückt, wornach man sich überzeugt, ob die Abmessung mit der am Lineale aufgetragenen übereinstimmt; oder es werden die ermittelten Masse mit jenen der Konstruktionstafeln oder Zeichnungsrisse verglichen, und die dabei vorkommenden Abweichungen vorgemerkt.

Um die Erhöhung der höchsten Kante der Visiraufsätze über die Seellinie zu prüfen, benützt man einen kleinen Schuberschenkel, den man auf den vorderen Schuberschenkel des von diesem abgenommenen Geschützlineals steckt.

§. 259. Die Stossbodenstärke ergibt sich aus der Differenz der untersuchten Rohrlänge ohne Traube und der Tiefe der ganzen Bohrung; die Metallstärke an irgend einer Stelle aus dem halben Unterschiede des

Bohrungs- und des an dieser Stelle mittelst eines Tasterzirkels und eines Massstabes gefundenen Rohrdurchmessers.

§. 260. Die Metallstärken werden besonders hinter dem Zündloche, vorne am Mittelstücke und am Vorderstücke sowohl rückwärts als auch hinter dem Kopfe ermittelt. Die Henkel und sonstigen kleineren Theile misst man mittelst Hand- und Tasterzirkeln und eigenen Massstabplatten oder nach Konstruktionstafeln; die etwa vorkommende Quadrantenebene wird schliesslich auf ihre Dimensionen, so wie auf ihre richtige und zur Rohr- und Schildzapfenachse parallele Lage geprüft.

§. 261. An der Oberfläche des Rohres sind alle Verunreinigungen und Gebrechen zu untersuchen und im Protokolle genau zu beschreiben.

Hiezu rechnet man: Guss- und Zinnflecke, Gussgruben und poröse Stellen.

Gussflecke und Gruben rühren theils von losgerissenem Sande der Formen, theils von Luftblasen her, und werden, wenn sie nicht zu klein sind, nach ihrer Lage und Dimensionen angegeben. Gruben, welche von aussen grösstentheils geschlossen sind, öffnet man dergestalt mit Hammer und Meissel, dass man nach allen Richtungen zu ihren Wänden gelangen kann.

Von Zinnflecken, welche meist hinter den Henkeln und Angussscheiben vorkommen, gibt man bei auffallender Grösse ihre Masse an, und hebt besonders die darin liegenden Grübchen und porösen Stellen hervor. An die Traube schlägt man von seitwärts einigemale leicht mit einem Hammer, um aus dem Klange zu entnehmen, ob dieselbe nicht etwa beim Bohren und Abdrehen des Rohres abgewunden sei und nur lose am Rohre hänge, was auch an den feinen Rissen am Traubenhalse ersichtlich wäre.

§. 262. Weil es nicht leicht möglich ist, alle Rohre absolut gleich, ohne Fehler und Abweichungen von den Normaldimensionen zu erzeugen, so sind in den über das Geschützuntersuchen sanktionirten Instruktionen gewisse Toleranzen festgesetzt, in deren Grenzen sich einzelne Dimensionen bewegen dürfen.

Die Schildzapfen, deren Achse senkrecht auf der vertikalen Durchschnittsebene des Rohres stehen muss, dürfen in der Länge nur um 1‴ und im Durchmesser um 3^{IV} von dem vorgeschriebenen Masse verschieden sein; die Zurücksetzung derselben darf um 1‴ zu viel oder um $1\frac{1}{2}$‴ zu wenig, die Herabsetzung um 1‴ mehr oder weniger betragen, dabei aber die Herab- und Zurücksetzung beider Schildzapfenachsen nicht um mehr als 3^{IV} von einander abweichen.

Die Zwischenweite der Angussscheiben darf 2^{IV} mehr oder 4^{IV} weniger, der Durchmesser bei bronzenen und eisernen Rohren respektive 1 oder $1\frac{1}{2}$‴ mehr oder 6^{IV} weniger als das normale Mass betragen.

Die Entfernung der beiden Visirreife kann um 4‴ und ihr Durchmesser um 6^{IV} grösser oder kleiner als das vorgeschriebene Mass sein; jedoch müssen die Abweichungen im Durchmesser beider Visirreife in solchem Einklange stehen, dass der halbe Unterschied derselben oder das Mass des Kernes höchstens um 2^{IV} von der normalen Grösse verschieden ist.

Die Tiefe der Bohrung darf bei entsprechender Länge der Kanonenrohre ohne Traube um 3‴ grösser oder um $1\frac{1}{2}$‴ kleiner; die Länge der Kammer bei Haubitzen und Mörsern beziehungsweise um 9 und um

6^{IV}; die Länge des Fluges bei ersteren Geschützen um $1\,^1/_2$, bei letzteren um $1'''$; also die ganze Bohrungslänge bei Haubitzen um $2\,^1/_4$ und bei Mörsern um $1\,^1/_2'''$ grösser oder kleiner als vorgeschrieben sein. Der Durchmesser der Bohrung kann wohl 3^{IV} über, darf jedoch nie unter dem normalen Masse liegen.

In der Bohrungsfläche des Vorderstückes werden eine oder auch mehrere Gruben geduldet, wenn sie an verschiedenen Stellen ohne sichtbaren Zusammenhang vorkommen und bei bronzenen und eisernen Rohren beziehungsweise keine grössere Tiefe als $1\,^1/_4$ und $1'''$ und keinen grösseren Durchmesser als $3'''$ haben. Doch muss bei diesen Grenzen aus dem Wachsabdrucke entnommen werden können, dass durch das Ausbohren die grösste Weite hinweggeschafft wurde, was sich durch die gegen den tiefsten Punkt schief geneigten Seitenflächen zu erkennen gibt. Kommen in der Nähe grösserer Gruben auch noch kleinere vor, so beweist dies ein an dieser Stelle poröses Metall von nicht gehörigem Zusammenhange, weshalb solche Rohre nach dem Beschiessen und der Wasserprobe noch einer zweiten Tormentir- und Wasserprobe unterworfen werden, um sich von der hinreichenden Festigkeit der Geschützmaterie zu überzeugen.

Im Mittelstücke und dem daran grenzenden Theile des Bodenstückes können höchstens 2 Gruben vorkommen; doch müssen sie wenigstens $1'''$ Zwischenabstand haben, und dürfen keine grössere Breite und Tiefe als respektive 2 und $1'''$ bei bronzenen und 3 und $^3/_4'''$ bei eisernen Rohren zeigen, widrigenfalls das Geschützrohr verwerflich wäre. Im hinteren Bohrungstheile der Schiess- und in der Kammer der Wurfgeschütze macht jede einzelne Grube von $2'''$ Durchmesser und $1'''$ Tiefe das Rohr zur Annahme untauglich.

Bohrringe werden nicht gestattet, Kaliberstreife endlich dürfen nur bei grösseren Rohren vorkommen und nicht über 2^{IV} tief sein.

Die Zündlochmitte darf auf der Seellinie und der Oberfläche der zu verschraubenden Rohre um 2, sonst aber nur um $1'''$ abweichen; der Durchmesser des Zündloches kann bei unverschraubten Rohren um 6, bei verschraubten um 2^{IV} wohl grösser, darf jedoch nie kleiner als das Normalmass sein.

Bei der Länge des Rohres mit oder ohne Traube ist eine Toleranz respektive von 4 oder $3'''$ mehr oder weniger festgesetzt.

Die Henkel können in ihrer Lage und Stellung um $3'''$ abweichen; ihre Lichtenweite und Höhe darf $3'''$ mehr oder $1'''$ weniger, und ihre Metallstärke $2'''$ mehr oder $1'''$ weniger betragen.

Für die Stärke des Stossbodens ist eine Differenz von $3'''$ mehr oder $1'''$ weniger von der Normalstärke gestattet.

Die Metallstärke kann bei bronzenen Rohren 1, bei eisernen $1\,^1/_2'''$ grösser und bei beiden 6^{IV} kleiner als vorgeschrieben sein.

Kommen Verstäbungen an den Rohren vor, so ist für selbe eine Toleranz von $1'''$ in der Breite und 6^{IV} in der Höhe bewilligt.

Auf der Rohroberfläche werden höchstens $5'''$ tiefe und $2''$ lange und breite Gruben gestattet.

In der Verbindungslinie der Angussscheiben mit dem Rohrkörper dürfen die parallel zur Seellinie liegenden Gruben bei der ebenerwähnten grössten Tiefe nicht über $8'''$ lang und $6'''$ breit, in der Verbindungslinie der Schildzapfen mit den Angussscheiben dagegen bei den gleichen Längen-

und Breitenabmessungen nur 2''' tief sein, weil sie bei grösserer Tiefe die Ausdauer der Schildzapfen gefährden könnten. An den übrigen Stellen der Schildzapfen und Angussscheiben ist eine Ueberschreitung der angeführten Toleranzen noch um 4^{IV} bewilligt.

Guss- und Zinnflecke werden, wenn sie nicht an den höchsten Stellen der Visirreife vorkommen, als dem Gebrauche des Rohres nicht hinderlich, gestattet und die Zinnflecke nur in dem Falle als bedenklich erachtet, wenn an ihrer Begrenzung mehr als 1''' tiefe Gruben liegen.

Die Letzteren sind daher beim Beschiessen des Rohres einer besonderen Aufmerksamkeit zu würdigen, um auch die kleinsten dort stattfindenden Trennungen nicht zu übersehen.

Die Untersuchung der gezogenen Vorderladungs-Geschützrohre vor dem Ziehen.

§. 263. Diese Untersuchung beschränkt sich auf das Visitiren der Bohrung; während bei der Untersuchung dieser Rohre nach dem Ziehen, der Drall, die Form der Züge und die Länge des gezogenen Bohrungstheils, die Tiefe der Züge, überhaupt der Kaliber in denselben und jener des Bohrungsgrundkreises, beziehungsweise auf den Feldern, schliesslich die Visireinrichtungen geprüft werden.

Zur Visitirung der Bohrung benützt man entweder den Geschützbohrungsmesser oder das Sterninstrument und verfährt hiebei wesentlich in derselben Weise, wie bei glattgebohrten Geschützrohren; es verdient blos noch bemerkt zu werden, dass die zu ziehenden Rohre eine vollkommen reine und genaue cylindrische Bohrung besitzen müssen, damit die Züge in ihrer ganzen Länge die normalen Dimensionen erhalten; ferner, dass die für den Durchmesser der glatten Bohrung bestehende Plus-Toleranz von 3^{IV} hier um so weniger überschritten werden darf, weil sonst das Projektil in dem gezogenen Rohre von vorn herein einen zu grossen Spielraum und eine ungenügende Führung in den Zügen haben würde; endlich, dass der Zündlochkern ringsum genau und dicht, also ohne irgend eine Klaffung an das ihn umgebende Metall schliesse.

§. 264. Mit Bezug auf die Untersuchung der Bogenzug-Geschützrohre vom Jahre 1863 bemerken wir insbesondere.

Für das Visitiren dieser Rohre vor dem Ziehen gelten im Allgemeinen die nämlichen Vorschriften, wie für das Visitiren der glatten bronzenen und eisernen Geschützrohre, welches vorangehend besprochen wurde.

Die nothwendig werdenden, speciell von diesen Vorschriften abweichenden Verrichtungen sind in dem Nachstehenden angegeben.

In der dem §. 266 angehängten 5. Tafel sind die wesentlichen Abmessungen dieser Rohre, und in dem Verzeichnisse *A* die noch zulässigen Abweichungen (Toleranzen) von diesen Abmessungen enthalten.

Die Ergebnisse der Visitirung sind ebenfalls wie bei den glatten Rohren in das nach einem bestimmten Formulare verfasste Geschütz-Visitir-Protokoll einzutragen. Was die Reinigung der Rohre vor der Untersuchung betrifft, so verweisen wir auf §. 279.

a) Aufnahme der Beschaffenheit der äussern Oberfläche. An der Aussenfläche des Rohres sind alle Gussgruben, porösen Stellen, Ausbröckelungen, poröse Zinnflecke etc. aufzunehmen und dem

Befunde gemäss ihrer Lage, Zahl, Grösse und Tiefe nach im Geschütz-Visitir-Protokolle anzugeben.

b) Aufnahme der Beschaffenheit der Bohrung. Die Aufnahme der Beschaffenheit der Bohrung geschieht durch Besichtigung mittelst eines an einer schwachen Stange befestigten brennenden Wachskerzchens.

Hinsichtlich der Bohrungs-Beschaffenheit hat Folgendes zu gelten:

1. Bohrstreifen sollen nicht vorkommen; sind jedoch solche vorhanden, so darf deren Tiefe nur so gering sein, dass sie beim Ziehen hinwegfallen, und es ist sich bei deren Vorkommen nach der in dem Verzeichnisse *A*, §. 266, hierüber gegebenen Vorschrift zu benehmen.

2. Bohrringe dürfen keine vorkommen, und es ist sich bei dem Vorhandensein solcher ebenfalls nach dem in dem Verzeichnisse *A* darauf Bezug nehmenden Bemerkungen zu halten.

3. Gruben und poröse Stellen. Zum Entdecken dieser muss man mit einem Häkchen, welches an einer in Zolle eingetheilten Stange befestigt ist, bei jeder dunklen Stelle kratzen und fühlen, ob das Häkchen mit seiner Spitze hängen bleibt. Ist dies der Fall, so wird die Grube durch das Häkchen gereinigt, von selber ein Gutta-Percha-Abdruck gemacht; sodann werden der Abstand und die Lage der Grube von der Mündungsfläche, sowie die aus dem Abdrucke zu entnehmenden Dimensionen derselben aufgenommen und in das Protokoll eingetragen.

Werden mehrere nahe beisammenliegende Gruben vorgefunden, so ist auf gleiche Weise vorzugehen und es ist in dem Protokolle auch der wechselseitige Abstand derselben anzugeben.

Poröse Stellen sind auf gleiche Weise zu behandeln und deren Ausdehnung und Entfernung von der Mündungsfläche anzuführen.

Beide vorbezeichnete Mängel dürfen sowohl im Laderaume als auch im Geschosslager durchaus nicht vorkommen, in dem zu ziehenden vordern Theile sind dieselben nur dann zu toleriren, wenn deren Dimensionen so geringfügig sind, dass sie beim nachherigen Ziehen wegfallen, oder wenn sie eine solche Lage einnehmen, dass ihre Tiefe gegen die Mitte der Zugflächen zunimmt. —

c) Visitirung der Schildzapfen-Abmessungen der Zwischenweite der Angussscheiben und der senkrechten Stellung der Achse der Schildzapfen; Visitirung der Traube; Bestimmung des Mittelpunktes an der Abrundung der Traube und auf den Schildzapfenflächen; Horizontalstellen des Rohres. Diese Verrichtungen haben auf die nämliche Weise zu geschehen, wie selbe bei der Besprechung des Visitirens glatt gebohrter eiserner und bronzener Geschützrohre angegeben wurde.

d) Bestimmung der höchsten Punkte am Rohre. Die Bestimmung des hintern höchsten Punktes des Rohres geschieht mittelst des Senkelquadranten auf die bekannte Weise.

Zur Bestimmung des vordern höchsten Punktes am Visiraufsatze des Kopfes wird das Mündungskreuz zusammengestellt, in die Bohrung eingeführt, und dessen Arme mit der Wasserwage horizontal gestellt; sodann wird der Schuber des Vertikalschenkels auf die gehörige Eintheilung geschoben und über den bereits eingeschlagenen höchsten hintern Punkt und über die Mitte des Schubers vom Mündungskreuze genau

in den Horizont gestellt, ist dies geschehen, so gibt der durch den Senkel gut gespannte Faden eine Linie, welche in der durch die Rohrachse gelegten Vertikalebene liegt, demnach beziehungsweise die Linie, in der die höchsten Punkte der Rohroberfläche sich befinden. In der auf diese Art markirten Linie werden 2 Punkte auf dem vordern Visiraufsatze, einer am rückwärtigen Ende des Vorderstückes und zwei am vordern Ende des Bodenstückes mittelst eines Körners markirt. Alle diese Punkte sind mit dem eisernen Lineale und mittelst eines Reisshakens durch eine schwach eingeritzte Linie zu verbinden.

e) Visitirung der Längenachse der Bohrung; der Länge des Rohres und seiner einzelnen Theile; der Länge der Visirlinie, d. i. des Abstandes des grössten Kreises am Bodenstücke von jenem des Visiraufsatzes; der Vorsetzung der Zündlochmitte auf der Oberfläche des Rohres und auf der Rohrachse; der Zündlochweite; der Herabsetzung der Schildzapfenachse und der Koncentricität des Rohres. Bei allen diesen Untersuchungen wird auf dieselbe Weise vorgegangen, wie es für glatte bronzene und eiserne Rohre vorangehend gesagt wurde.

f) Visitirung des Durchmessers der glatten Bohrung. Dieselbe geschieht auf die bekannte Weise mit dem gewöhnlichen Sterninstrumente, oder auch bei 4- und 8pfd. Rohren mit dem Geschützbohrungsmesser. — Zu bemerken ist, dass der Durchmesser der glatten Bohrung nie grösser, als der vorgeschriebene Normal-Durchmesser sein darf; im Gegentheile soll letzterer stets um 1 Punkt grösser sein, als ersterer, damit die Bohrung erst in dem Objekte, woselbst das Ziehen der Rohre vorgenommen wird, durch Schmiergeln auf den gehörigen Bohrungsdurchmesser gebracht werde. — (Im Uebrigen siehe §. 279.)

g) Visitirung der Metallstärken des Rohres und der Durchmesser der Angussscheiben. Die Aufnahme der Durchmesser an den verschiedenen Stellen des Rohres geschieht mit der grossen Schublehre und zwar werden gemessen:

Der rückwärtige grösste und der vordere kleinste Durchmesser des Bodenstückes; der rückwärtige Durchmesser des Vorderstückes; der Durchmesser des Vorderstückes vor der Auskehlung; der Durchmesser des Vorderstückes hinter der Hohlkehle des Kopfes; endlich der Halbmesser des grössten Kreises am Visiraufsatze.

Aus dem bekannten Bohrungsdurchmesser und den äussern Abmessungen des Rohres lässt sich nun leicht die bezügliche Metallstärke ermitteln. Der Durchmesser der Angussscheiben wird entweder mittelst des Tasterzirkels oder der Schublehre gemessen.

h) Visitirung der Vorsetzung der Schildzapfen. Diese geschieht auf dieselbe Weise, wie bei glatten Geschützrohren.

Die Untersuchung der gezogenen Vorderladungs-Geschützrohre nach dem Ziehen.

§. 265. Noch vor der Untersuchung der Richtigkeit des Dralles, d. h. der entsprechenden Windung der Züge auf den verschiedenen Bohrungslängen muss man sich durch eine genaue Besichtigung der Bohrung die Ueberzeugung verschaffen, ob dieselbe von dem beim Ziehen gebrauchten Oele und sonstigen Schmutze gereinigt ist, welches im Gegenfalle vor

allem Andern veranlasst werden müsste. Ferner wird nachgesehen, ob der scharfe Grath an den Zug-, beziehungsweise Felderkanten abgenommen ist; ob daran oder an sonstigen Stellen keine Ausbröcklungen stattgefunden haben und ob durch das Ziehen allenfalls früher unentdeckte Mängel, wie Gruben oder poröse Stellen, zu Tage getreten sind.

Alle in diesen Beziehungen aufgefundenen Gebrechen müssten in das beim Visitiren der Rohre vor dem Ziehen geführte Protokoll eingetragen werden.

Der Drall wird mittelst eines eigens hiezu konstruirten Drallmessers, Fig. 243, untersucht. Derselbe besteht aus einer prismatischen eisernen Führungsstange *A*, welche in ganze, halbe und Viertelzolle eingetheilt, an einem Ende mit der Handhabe *H*, am anderen dagegen mit der dem Querschnitt der Bohrung entsprechenden, chablonartigen, mit einem Spielraum von 1^{IV} in die Bohrung passenden stählernen Führungscheibe *D* versehen ist, weiters aus der Zeigerscheibe *B* und der stählernen Gradscheibe *C*, der messingenen Platte *E* und der Flügelmutter *d*.

Bei La Hitté-Rohren lässt sich auf der Führungsstange die eben so genau in die Bohrung passende messingene Mündungsscheibe verschieben. In der Mündungsscheibe, welche mit einer grösseren ebenfalls messingenen und in 360 Grade eingetheilten Gradscheibe vereinigt ist, befindet sich eine genau auf die Führungsstange passende bronzene Drehscheibe, an welcher die Verbindungsscheibe sammt Zeiger befestigt ist.

Die ganze Anordnung dieses Instrumentes ist so getroffen, dass, wenn die Mündungsscheibe dicht an die Führungsscheibe geschoben wird, bis beide sich mit den Zügen und Feldern vollkommen decken, der Zeiger auf dem Nullpunkte der Gradplatte stehen muss. Das genaue Decken der beiden Scheiben wird durch das Ueber-einfallen der auf denselben befindlichen Verbindungsstriche konstatirt. —

Zum Gebrauche dieses Drallmessers schiebt man beide diese Scheiben in der eben besagten Weise an einander und führt sie sofort in die früher etwas eingeölte Bohrung ein, bis die Gradplatte fest an der Mündungsfläche liegt.

Wird nun die Stange mittelst der Handhabe in die Bohrung geschoben, so folgt die Führungsscheibe der Windung der Züge und dreht die mit ihr verbundene Führungsstange nebst der daran befestigten Drehscheibe und folgerecht auch die Verbindungsscheibe sammt ihrem Zeiger. Hat man die Stange auf eine bestimmte Länge in die Bohrung eingeführt, so gibt der Zeiger auf der Gradplatte die dieser Länge entsprechende Grösse der Umdrehung der Führungsscheibe und demnach das Mass der Zugwindung in Graden an.

Der Drall wird in jedem Rohre gewöhnlich für zwei verschiedene Bohrungslängen, die genau einer Viertel- und einer halben, oder einer dieser naheliegenden Umdrehung der Züge entsprechen, nacheinander untersucht, wobei also der Zeiger auf einer entsprechenden Anzahl von Graden (bei La Hitté-Rohren beziehungsweise auf 90, 180 oder einer der unvollkommen halben Umdrehung entsprechender Anzahl von Graden) genau einstehen muss. Dass die letzterwähnte Umdrehung von der Stelle der Bohrung abhängig ist, welche noch mit der Führungsscheibe erreicht werden kann, ist für sich klar.

Um bei La Hitté-Rohren bei der Untersuchung des Dralls ein direktes Ablesen der einer bestimmten Drehung der Züge zugehörigen Länge des Rohres zu ermöglichen, hat man den Null- oder Anfangspunkt der Masseintheilung auf der Stange so angebracht, dass, wenn die Mündungsscheibe genau an die Führungsscheibe schliesst, die äussere Fläche der mit dem Zeiger versehenen Verbindungsscheibe mit diesem Nullpunkte abschneiden muss. Wollte man daher die Stelle, bis zu welcher der Drall gemessen wurde, am Rohre selbst markiren, so müsste man zu dem von der Stange abgelesenen Masse noch die $1^1/_4''$ betragende Dicke der Führungs- und Mündungs-Scheibe etc., hinzuaddiren und das so erhaltene Mass von der Mündungsfläche am Rohre auftragen.

So wie das Sterninstrument und der Geschützbohrungsmesser, verlangt auch der Drallmesser bei seinem Gebrauche eine gewisse Geschicklichkeit und Umsicht, damit die durch das Federn und den Spielraum eines solchen langen Instrumentes unvermeidlichen, geringen Abweichungen nicht zu grösseren, obschon irrthümlichen, sich gestalten.

Die Untersuchung der Form und Länge der Züge geschieht in der im Folgenden angegebenen Weise ebenfalls mittelst des Drallmessers. (Bei La Hitté-Rohren entfernt man zu diesem Zwecke von dem Drallmesser, mit Ausnahme der Führungsscheibe, den Zeiger und alle anderen Scheiben, befestigt zur Beleuchtung der Bohrung ein 2″ langes brennendes Wachskerzchen an den vorn angebrachten kleinen Haken, und hängt denselben an den vor der Führungscheibe des Drallmessers befindlichen Stift.)

Das hergerichtete Instrument wird mit der Stange central in die Bohrung bis auf etwa 1′ Länge behutsam eingeschoben und gleichzeitig nachgesehen, ob die Züge (bei La Hitté-Rohren, Züge und Felder) in Gestalt und Abmessungen keine Abweichungen zeigen und entsprechend eingeschnitten sind (bei La Hitté-Rohren, die Zugbasis koncentrisch zur Bohrungswand) und insbesondere, ob die Stellung ihrer Seitenflächen, namentlich jene der Geschossführungsflächen, vorschriftsmässig gestaltet ist.

Zur Fortsetzung dieser Untersuchung an den entfernteren Bohrungsstellen steckt man bei La Hitté-Rohren auf die Führungsstange die Mündungsscheibe. Diese dient zur möglichst centralen Führung der Stange in der Bohrung und ist, da sie nur auf den Feldern zu ruhen braucht, einfach cylindrisch und durchbrochen, damit das Auge des Beobachters die Führungsscheibe verfolgen kann.

Die so adjustirte Führungsstange wird allmälig bis an das Ende des gezogenen Bohrungstheiles geschoben und an derselben die Länge der Züge abgelesen, welch' erstere jedoch um das schon oben erwähnte konstante Mass von $1^1/_4$″ zu vermehren kommt.

Sollte während der Untersuchung das Licht im Rohre erlöschen, so muss das Instrument herausgenommen und die Bohrung durch mehrmaliges Pumpen mit einem Wischer mit frischer Luft versehen werden.

Die Tiefe der Züge, also auch den Kaliber in denselben prüft man mit dem Geschützbohrungsmesser, der hiezu in folgender Weise hergerichtet wird: Der Träger am Schuberkopfe kommt durch eine stählerne Führungsscheibe von ähnlicher Einrichtung wie beim Drallmesser zu ersetzen, um den Visitirstiften in den Zügen eine genaue Führung nach dem Dralle geben zu können. Um aber auch die centrale Führung des Leitbalkens in der Bohrung zu erzwecken, schiebt man auf denselben die mit einer Drehscheibe verbundene hölzerne Mündungsscheibe, welche in der Regel am Mündungsrande verbleibt und nur dann sammt der messingenen Verbindungshülse des Leitbalkens weiter in die Bohrung eingeführt wird, wenn dieser bei langen Rohren aus zwei Theilen zusammengesetzt werden müsste.

Die beiden Scheiben versehen sonach denselben Dienst wie die analogen Scheiben des Drallmessers, insbesondere bildet die Verbindungsscheibe gleichsam einen beweglichen Sattel für den im Rohre befindlichen Leitbalken.

Der Gebrauch des Geschützbohrungsmessers zur Visitirung der Tiefe der Züge ist nach der Besprechung desselben bei glattgebohrten Rohren von selbst verständlich. (Bei La Hitté-Rohren besteht der Unterschied nur darin, dass das Instrument für jedes Paar gegenüberliegender Züge besonders in das Rohr einzuführen ist.) Die Prüfung des Kalibers an den innern Bohrungskanten (bei La Hitté-Rohren an den Feldern) wird nur dann

stattfinden müssen, wenn in Betreff der untersuchten Abmessungen der Züge Zweifel entstehen sollten. Sonst dürfte in der Regel die Untersuchung der Bohrung vor dem Ziehen in der fraglichen Beziehung eine genügende Garantie bieten.

Die Untersuchung der Visireinrichtungen an gezogenen Vorderladungs-Geschützrohren zerfällt in jene der beiden Aufsatzebenen, des Visireinschnittes an der rückwärtigen Fläche des Bodenstückes, in jene des vordern Visir-Aufsatzes (beziehungsweise bei La Hitté-Rohren der Visireinschnitte an den beiden Visirreifen) und des Visirs auf der rechten Angussscheibe.

Zum Visitiren der beiden Aufsatzebenen wird die Schildzapfenachse des Rohres mittelst der grossen zweischenkligen Schublehre und der dazu gehörigen Wasserwage horizontal gestellt, hierauf auf jede der beiden Ebenen eine kleine Libelle gesetzt und nachgesehen, ob sie parallel zu der Schildzapfenachse liegen.

Der Abstand der beiden Aufsatzebenen vom höchsten Punkte des hinteren grössten Kreises des Bodenstückes (Visirreifes), ihre richtige Länge, die rechtwinkelige Stellung der Seitenwände, endlich die Einfalzung werden mit einer eigens hiezu konstruirten Chablone geprüft, worauf wir im folgenden §. zurückkommen. Die Visireinschnitte der beiden Visirreife revidirt man mit dem Senkelquadranten dahin, ob sie beide genau in der vertikalen Durchschnittsebene des Rohres sich befinden.

Das Visir auf der rechten Angussscheibe wird bezüglich dessen Höhe und der richtigen Stellung seines Einschnittes gleichfalls mittelst einer eigenen Chablone geprüft, wobei der Visireinschnitt genau mit dem an der Chablone entsprechend angebrachten Zeichen übereintreffen muss.

Schliesslich wird bemerkt, dass alle anderen, hier nicht namhaftgemachten Untersuchungen bei gezogenen Vorderladungs-Geschützrohren mit denselben Mitteln und auf die gleiche Weise wie bei den glattgebohrten Geschützen durchzuführen sind.

In Betreff der bei der Untersuchung der gezogenen Vorderladungs-Geschützrohre festgesetzten Toleranzen gilt im Allgemeinen die Bestimmung, dass für den Drall bei einer Viertel- oder halben Umdrehung eine Abweichung von respektive 1 oder 2 Graden mehr oder weniger, in der Breite der Züge eine Plus-Toleranz von nur 1^{IV}; in der Länge des gezogenen Bohrungstheiles eine Abweichung von mehr oder weniger $1\frac{1}{2}'''$ gestattet ist, dass ferner der Kaliber auf den Feldern und in den Zügen nur um 3^{IV} grösser, jedoch nie kleiner als vorgeschrieben sein darf, dass endlich bezüglich der Visireinrichtungen nicht die geringste Abweichung geduldet wird, weil man bei deren Bearbeitung die grösste Sorgfalt voraussetzt, deshalb allenfalls gefundene Mängel sogleich behoben werden müssen. (Im Uebrigen siehe Verzeichniss *A* des folgenden §.)

§. 266. Was speciell die Untersuchung der Bogenzug-Geschützrohre v. J. 1863 betrifft, so fügen wir dem Gesagten noch bei.

Das Visitiren dieser Rohre nach dem Ziehen umfasst:

a) die Besichtigung der gezogenen Bohrung,
b) die Untersuchung des Dralls,
c) das Visitiren der Form und Tiefe der Züge, und
d) die Untersuchung der am Rohre angebrachten Visir-Vorrichtungen.

a) Besichtigung der Bohrung. Hierhei wird die sorgfältig gereinigte Bohrung mittelst eines Wachskerzchens beleuchtet.

Der Zweck hievon ist, zu entdecken, ob durch das Ziehen nicht etwa Gruben oder poröse Stellen, welche früher nicht vorhanden waren, hervorgetreten sind; ferner zu untersuchen, ob die Kanten der Züge nicht Ausbröckelungen zeigen, ob die Züge nicht stellenweise verschnitten sind, oder ob sich an selben nicht noch anderweitige Mängel befinden.

Die Aufnahme dieser Mängel, die Bestimmung ihrer Abmessungen, ihrer Lage, ihrer Entfernung von der Mündungsfläche, so wie das Eintragen derselben in das Protokoll hat auf gleiche Weise, wie bei der Aufnahme der Bohrungsbeschaffenheit vor dem Ziehen der Rohre erklärt wurde, zu erfolgen.

Um sich zu überzeugen, ob am Ende der Züge nicht etwa ein Grath, oder eine Auftreibung vorsteht, wodurch Anstände beim Laden hervorgerufen werden könnten, schraubt man den Zündlochabstechkolben an die Bohrungsstange und schiebt, der leichtern Führung halber, auf selbe eine Bohrungsscheibe.

Führt man nun die derart adjustirte Bohrungsstange in die Bohrung ein, so soll sie sich ohne Anstrengung bis an das Ende derselben einschieben lassen; markirt man ferner die Vorsetzung der Zündlochachse auf dem Kolben mittelst der Visitirnadel, so soll dasselbe Mass erhalten werden, welches früher bei der Untersuchung des Rohres im glatten Zustande gefunden worden war.

Ist dies nicht der Fall, d. i. klemmt sich der Abstech-Kolben so, dass die Nadel denselben gar nicht, oder vielleicht nur an dem äussersten Ende trifft, so ist dies das Merkmal eines vorhandenen Grathes oder einer Auftreibung, und es ist dann das bezügliche Hinderniss durch Ausreiben zu beseitigen.

b) Untersuchung des Dralls. Zur Untersuchung des Dralls dient der Drallmesser. Dessen Bestandtheile sind:

1. Die 63″ lange, 8‴ im Quadrat starke, in Zolle eingetheilte eiserne Führungsstange *A*, Fig. 243, die an dem Ende mit einem hölzernen Handgriffe *H* versehen ist, und deren anderes Ende mit einem schwächeren 4‴ im Quadrat starken und 5‴ langen Theil *a* formirt ist, der in eine 11‴ lange Schraube *b* endet.

2. Die Zeigerscheibe *B*, Fig. 244, auf welcher ein Pfeilstrich eingeritzt und in deren Mitte ein viereckiger dem Querschnitte der Stange entsprechend grosser Ausschnitt angebracht ist.

3. Die stählerne Gradscheibe *C*, Fig. 245; diese ist eine 6‴ dicke, nach der Form der gezogenen Bohrung geschnittene, daher für den 3- und 4pfd. Kaliber mit 6-, für den 8pfd. mit 8 zahnförmigen Vorsprüngen versehene Scheibe, welche eine Aushöhlung enthält, in welche die Zeigerscheibe genau passt.

Die Gradscheibe ist an jener Fläche, welche dem Handgriffe der Führungsstange zugekehrt zu sein bestimmt ist, mit einer Gradeintheilung versehen, welche nach der einen Richtung bei der für den 3- und 4-Pfdr. gehörenden von 0 bis 270, bei jener für den 8-Pfdr. von 0 bis 285 Grad, nach der entgegengesetzten Richtung aber bei allen 3 Gattungen Scheiben bis 30 Grad reicht.

Damit die Gradscheibe in die Mündung des Geschützes eingebracht

werden könne, jedoch darin stecken bleibe, ist dieselbe konisch geformt, so zwar, dass der Halbmesser der grösseren Grundflächen um 3 Punkte mehr, jener der kleinern um 1 Punkt weniger beträgt, als der der normalen Bohrung.

4. Die chablonartige, in die Züge des betreffenden Kalibers passende stählerne Führungsscheibe *D*, Fig. 246, ist um 1^{IV} kleiner als die normale Bohrung und hat zur Aufsteckung auf den Ansatz der Führungsstange einen viereckigen Ausschnitt.

Zum Befestigen der Führungsscheibe dienen die messingenen Zulegscheiben *c* und die messingene Flügelmutter *d* Fig. 243.

Um den Drallmesser gebrauchen zu können wird die Zeigerscheibe auf die mit der Zolleintheilung nach aufwärts gerichtete Stange derart aufgesteckt, dass die Fläche, worauf der Pfeilstrich eingeritzt, gegen den Griff und der Pfeilstrich nach links gekehrt ist.

Auf diese Zeigerscheibe wird nun die den zu visitirenden Kaliber entsprechende Gradscheibe aufgesteckt und so gedreht, dass der Nullpunkt derselben mit dem Pfeilstrich der Zeigerscheibe übereinfällt. Sodann werden diese beiden Scheiben durch eine messingene Platte *E*, Fig. 247, und durch 2 Schrauben mit einander in feste Verbindung gebracht.

Endlich wird die Führungsscheibe auf den viereckigen Ansatz der Stange so aufgeschoben, dass die Richtung ihrer zahnförmigen Vorsprünge mit jener der Gradscheibe übereinstimmt, worauf deren Befestigung mittelst der Flügelmutter erfolgt.

Soll das Messen des Dralls vorgenommen werden, so wird der zusammengesetzte Drallmesser in die Mündung mit der Beobachtung eingeführt, dass die Gradscheibe in der Mündungsfläche festsitze, worauf die Stange in die Bohrung geschoben wird. Selbstverständlich wird die Aussenfläche der Gradscheibe von der Mündungsfläche etwas abstehen.

Mit dem Vorwärtsschieben der Stange folgt die Führungsscheibe der Windung der Bogenzüge, wodurch die Stange und demnach auch die mit ihr in Verbindung stehende Zeigerscheibe gedreht wird.

Wird die Stange auf ein gewisses Mass, welches man leicht ablesen kann, jedoch auf die Mündungsfläche reduciren muss, einwärts geschoben, so gibt der Zeiger auf der Eintheilung der Gradscheibe die Grösse der diesem Masse entsprechenden Windung der Züge an.

Ist der Gradmesser bis an das Ende des gezogenen Theiles in die Bohrung eingeführt, so soll das Eindringen von der Mündungsfläche gerechnet beim 3pf. Rohr 31½", beim 4pf. 41" und beim 8pf. 50½" betragen und es muss in diesem Falle der Zeiger bei 8½ Grad Drallwinkel, beim 3-Pfdr. nahe auf 190, beim 4-Pfdr. nahe auf 228 und beim 8-Pfdr. auf 226 weisen, indem der Drall beim 3-Pfdr. 0·53, beim 4- und beim 8-Pfdr. 0·63 Umdrehung macht.

Wie bereits im Früheren erwähnt, beträgt die Grösse des Dralls:

Beim 3-Pfdr. 59½ Zoll,
„ 4- „ 64¾ „
„ 8- „ 80½ „

Beim Bewegen der Stange des Drallmessers ist zu bemerken, dass man dieselbe stets etwas links, d. i. der Windung entgegen zu drehen strebt, damit dem Einkeilen der Führungsscheibe, was sonst sehr leicht erfolgt, vorgebeugt werde.

c) Visitiren der Form und Tiefe der Züge. Für diese Untersuchungen wird ebenfalls der zusammengesetzte Drallmesser, u. z. auf nachstehende Art angewendet: Man schiebt die Stange des Drallmessers mit aufgesetzter Führungsscheibe möglichst central auf einige Zolle in die Bohrung ein, und sieht nach, ob die Züge ihrer Gestalt nach keinerlei Abweichungen zeigen; sodann bringt man die Gradscheibe an die gehörige Stelle und nimmt die Untersuchung der Tiefe der Züge von Schuh zu Schuh vor. Zu diesem Zwecke führt man die Stange unter fortwährendem leichten Drucke nach links bis auf 1′ in die Bohrung ein, notirt die Anzahl der Grade, auf welche der Pfeilstrich der Zeigerscheibe deutet, dreht sodann die Stange rechts, bis die Führungsscheibe festsitzt, und bemerkt abermals die Anzahl Grade, um welche der Pfeilstrich weiter gerückt wurde.

Da nun die Breite eines Zuges beim 3- und 4-Pfdr. 60, und beim 8-Pfdr. 45 Grad, d. i. den sechsten resp. achten Theil des Bohrungskreises enthält, ferner die Zugtiefe beim 3-Pfdr. 18, beim 4- und 8-Pfdr. 24^{IV} beträgt, so nimmt die Tiefe der Bogenzüge auf 1 Grad gegen rechts ab, u. z.:

Beim 3-Pfdr. um 18 : 60 = 0·3 Punkte,
„ 4- „ „ 24 : 60 = 0·4 „
„ 8- „ „ 24 : 45 = 0·53 „

Man braucht demnach die durch die Rechtswendung erhaltene Anzahl Grade nur mit den oben angeführten Decimaltheilen von Punkten zu multipliciren, um die halbe Bohrungserweiterung in Punkten zu erhalten. Liesse sich z. B. die Führungsscheibe bei allen 3 Kalibern um 5 Grade rechts wenden, so würde die Vergrösserung des Halbmessers an der betreffenden Stelle, beim 3-Pfdr. 0·3 × 5 = 1½ Punkte,
„ 4- „ 0·4 × 5 = 2 „
„ 8- „ 0·53 × 5 = 2½ „
demnach die Bohrungserweiterung doppelt so viel betragen.

Das Mass von 1½ Punkte ist als das grösste zu betrachten, welches hinsichtlich der Zugtiefe bei neuerzeugten Rohren noch zu toleriren gestattet werden kann.

Sollten sonst fehlerfreie Rohre eine grössere Zugtiefe resp. Bohrungs-Erweiterung, als die Angeführte zeigen, so kann deren Annahme nur im Wege höherer Bewilligung erfolgen.

Noch wird beigefügt, dass das Ende der Züge mit dem Patronenlager rein und glatt verbunden, dass die Grathe im gezogenen Theil durch Schmirgel vollkommen beseitigt, und dass die Kanten der Züge an der Mündungsfläche vollkommen abgerundet sein müssen.

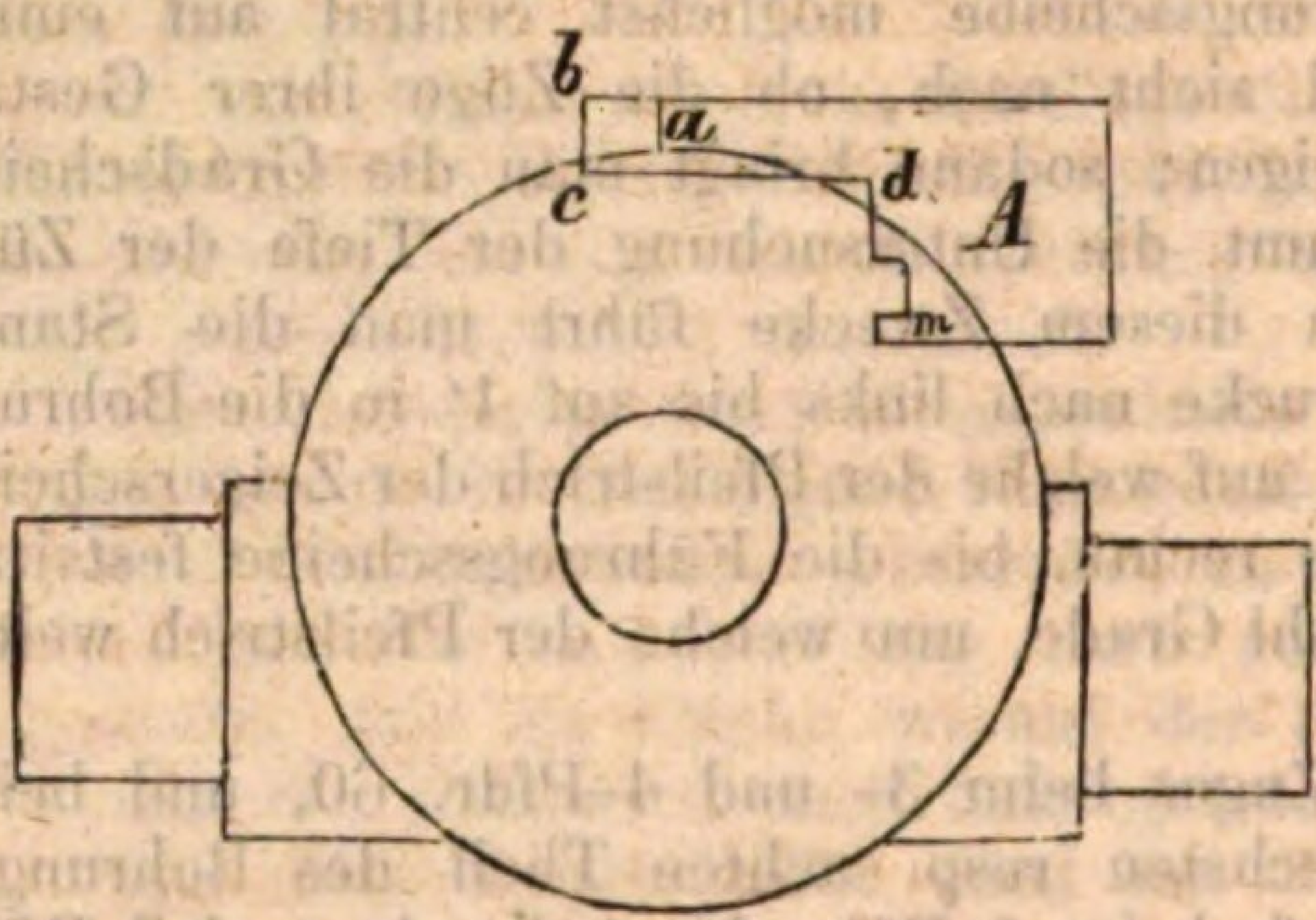
d) Untersuchung der am Rohre angebrachten Visir-Vorrichtungen. Die an den Rohren angebrachten Visir-Vorrichtungen bestehen aus der obern, dann aus der untern Aufsatz-Ebene, mit den entsprechenden Einschnitten an der rückwärtigen Fläche des Bodenstückes; ferner aus dem vordern Visir-Aufsatze und dem Anguss-Visire, auf welchem beim 4- und 8-Pfdr. je ein Visirkorn, beim 3-Pfdr. aber ein Visir-Einschnitt angebracht ist.

Die Visitirung der Aufsatz-Ebenen und Ausschnitte, zu welcher eigene Chablonen dienen, wird auf folgende Art vorgenommen.

Nachdem die Schildzapfen- und Rohrachse auf die bekannte Weise

horizontal gestellt worden sind, prüft man mit der kleinen Wasserwage, ob die obere und untere Aufsatz-Ebene horizontal stehen.

(Fig. 250.)



Hierauf legt man die Chablone, wie aus Fig. 250 ersichtlich, auf diese beiden Ebenen auf.

Was nun den obern Ausschnitt betrifft, so muss der obere Schenkel der Chablone mit seiner Seitenkante *b c* und untern Kante *c d*, jene des Einschnittes vollkommen berühren, und hiebei sowohl der auf der Chablone eingeritzte Strich *a* genau in der Verlängerung der an der Rohroberfläche der Länge nach eingeritzten Linie zu liegen kommen, als auch der eingeritzte obere Kreisbogen mit dem hintern grössten Kreise des Bodenstückes zusammenfallen; ferner muss die Chablone mit den verschiedenen Ausnehmungen am Rohre übereinfallen, weshalb sich zwischen der Chablone und den Flächen des Ausschnittes kein Abstand ergeben darf. Endlich muss der Vorsprung *m* sich leicht in den gehörigen Theil des Einschnittes einführen lassen.

Zur Untersuchung der richtigen Lage des mittleren Visirpunktes wird bei horizontal gestellter Schildzapfen- und Rohrachse die grosse zweischenklige Schublehre so aufgestellt, dass ihr Nullpunkt genau auf die durch die Verbindung der höchsten Punkte erhaltene und eingeritzte Linie zu stehen kommt. Die Schuber der beiden Schenkel werden mit ihren Körnern in die an den Schildzapfenflächen eingeschlagenen Körnerlöcher eingestellt, das Lineal der Schublehre mit aufgestellter Wasserwage in Horizont gebracht, und sodann die Schrauben der beiden Schuber festgestellt. Nun wird der Anschlagschuber auf das Lineal der Schublehre aufgesetzt und auf das Mass gestellt, um welches die Spitze des Kornes des Angussvisirs von der durch die Rohrachse gelegten Vertikal-Ebene entfernt zu sein hat.

Dieses Mass beträgt:

Beim 3-Pfdr. 2″ — 10‴ — 9^{IV}
„ 4- „ 4″ — 1‴ — 6^{IV}
„ 8- „ 5″ — 2‴ — 0^{IV}

In dieser Stellung wird nun der Stift des Anschlagschubers auf das Visir herabgeschoben, und es müssen bei richtiger Lage des mittleren Visirpunktes die Spitze des Stiftes mit jener des Kornes, beziehungsweise mit dem tiefsten Punkte des Visireinschnittes beim 3-Pfdr. übereinander treffen.

Der Abstand dieses Visir-Punktes von dem höchsten Punkte der Schildzapfenoberfläche wird mit der kleinen Schublehre gemessen; er beträgt beim 3-Pfdr. $6\frac{1}{2}$‴, beim 4-Pfdr. 1″, beim 8-Pfdr. 1″ 1‴ 6^{IV}, nur muss man hierbei die Abweichungen im Halbmesser der Schildzapfen und jenes Mass berücksichtigen, um welches die Schildzapfenachse zu viel oder zu wenig unter die Rohrachse herabgesetzt erkannt worden ist. Ist

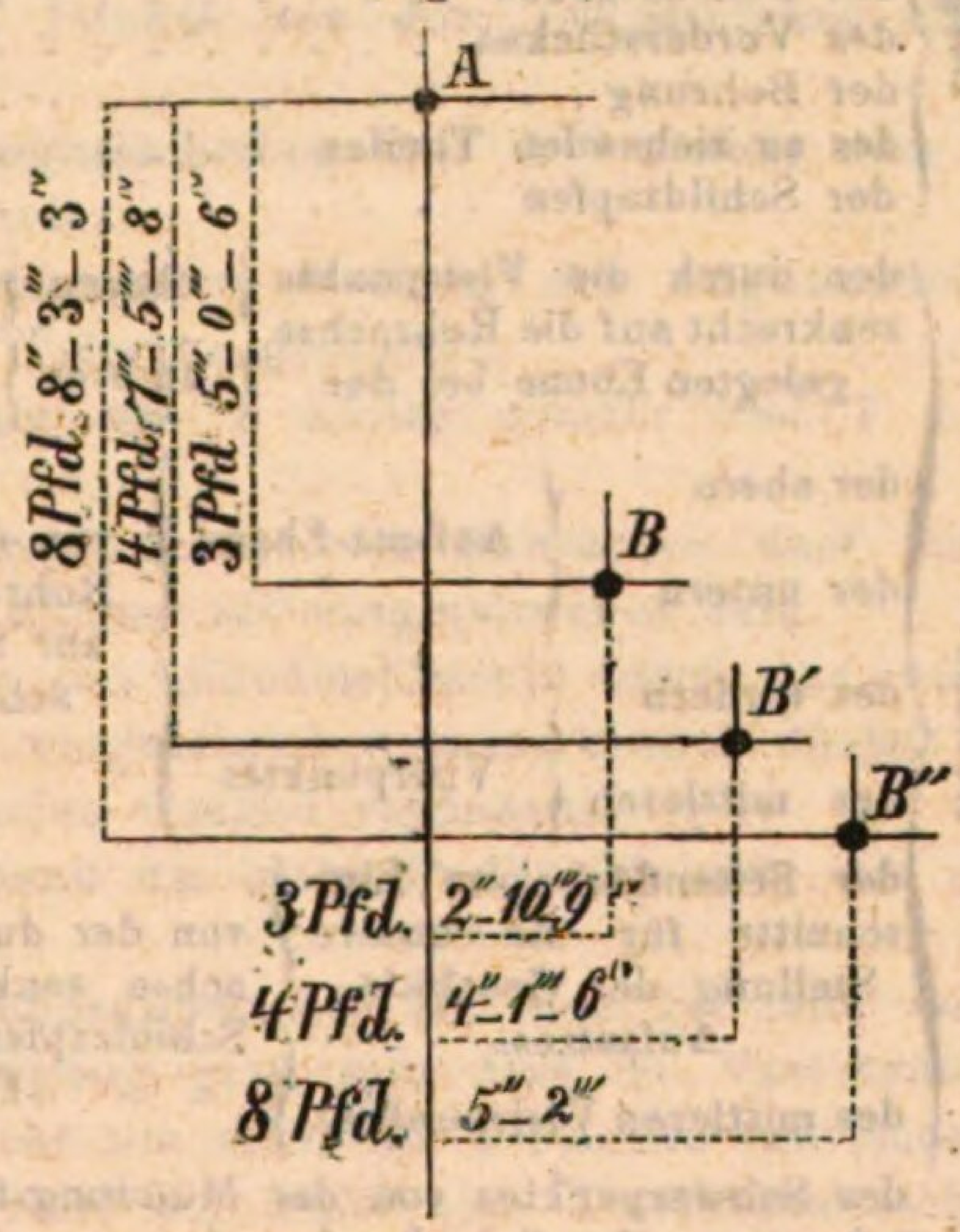
z. B. bei normalem Halbmesser der Schildzapfen die Herabsetzung der Schildzapfenachse um 3^{IV} zu klein, so muss auch die Höhe der Spitze des Visirs um 3^{IV} vermindert werden.

Der Abstand des am vordern Visiraufsatze befindlichen Visirpunktes von der Rohrachse wird mit dem Schuberschenkel und aufgesetztem Schuber gemessen. Zu diesem Behufe wird derselbe auf die Bohrungsstange, welche in die Bohrung eingeführt wird, aufgesetzt, und das wirkliche Mass abgelesen.

Schliesslich hat man sich noch die Ueberzeugung zu verschaffen, ob die beim 3-Pfdr. der Distanz von 2000 Schritt, beim 4- und 8-Pfdr. der Distanz von 3000 Schritt entsprechende Richtung bei oben aufgestelltem Geschütz-Aufsatze mit jener, welche auf den gleichen Distanzen auch bei der untern Stellung des Geschütz-Aufsatzes ausgeführt werden kann, übereinstimmt.

Wäre dies nicht der Fall, so ist der Grund der diesfälligen Abweichung durch nochmaliges Messen der auf die Lage der Visir-Punkte Bezug nehmenden Abmessungen, allenfalls auch durch genaue Prüfung des angewandten Geschütz-Aufsatzes aufzusuchen, und es sind sogleich die nöthigen Berichtigungen am Rohre vorzunehmen.

(Fig. 251.)



Da jedoch das Richten auf die angegebenen grossen Distanzen vom Geschütz-Visitir-Lokale nicht wohl ausführbar ist, so hat man sich eine Scheibe vertikal aufzustellen, und auf dieser für eine festgesetzte Entfernung von der Mündung das Lagenverhältniss der Durchstosspunkte jener Visirlinien zu markiren, welche sich bei der Richtung des Rohres bei der obern und untern Aufsatzstellung auf die oben bezeichneten Entfernungen gegen einen und denselben Zielpunkt ergeben.

Aus Fig. 251 ist das der Distanz von 100 Schritten entsprechende, mit Berücksichtigung der Seitenverschiebung durch Rechnung ermittelte Lagenverhältniss dieser beiden Durchstosspunkte für alle drei Kaliber zu ersehen, wobei bei richtig gestelltem Aufsatze, *A* für die obere Aufstellung als Zielpunkt und *B* resp. *B′*, *B″* jener Punkt ist, auf welchen der Visirstrahl bei der untern Aufsatzstellung eintreffen muss.

Anmerkung. Die Prüfung der Visireinrichtung gezogener Rohre, bei welchen Fernrohraufsätze zur Anwendung kommen — wie dies bei einigen fremden Artillerien der Fall ist — wird gewöhnlich mit Zuhilfenahme der letzteren bewirkt.

Wir bemerken hier, dass unter den bis nun zu in Anwendung stehenden Fernrohraufsätzen, der bei Armstrongs-Rohren in Gebrauch stehende und der vom Mechaniker Breithaupt in Cassel entworfene der Beachtung besonders werth sind. In den Abschnitten — „Aufsätze“ — und — „Das Richten des Rohres“ — werden wir näher auf dieselben zurückkommen.

5. Tafel.

Ueber die wesentlichsten Abmessungen und die Gewichte der gezogenen bronzenen Feld- und Gebirgs-Kanonenrohre v. J. 1863.

Benennung der Theile	3			4			8		
	Pfünder								
	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV
Durchmesser der Bohrung des die höchsten Punkte der Züge berührenden Kreises	2	9	9	3	1	0	3	10	0
Durchmesser der Bohrung des die tiefsten Punkte der Züge berührenden Kreises	3	0	9	3	5	0	4	2	0
Durchmesser der Schildzapfen	2	3	0	3	0	0	3	9	0
Durchmesser der Angussscheiben	3	0	0	4	0	0	5	0	0
Durchmesser des Zündloches	0	3	0	0	3	0	0	3	0
Durchmesser des Rohres am hintersten grössten Kreise	6	3	0	8	6	0	10	8	0
Durchmesser des Rohres am vorderen Ende des Bodenstückes	6	0	0	7	9	0	9	6	0
Durchmesser des Rohres hinter der Hohlkehle am Vorderstücke	3	11	3	5	1	0	6	3	10
Durchmesser des Rohres am grössten Kreise des vordern Visirreifes	5	3	0	6	7	0	8	1	0
Durchmesser des Rohres an der Mündungsfläche	3	9	0	4	7	0	5	9	0
Länge des Rohres mit Traube	39	0	0	52	6	0	64	0	0
Länge des Rohres ohne Traube	36	0	0	48	6	0	59	0	0
Länge des Bodenstückes	10	0	0	22	6	0	28	0	0
Länge des Vorderstückes	26	0	0	26	0	0	31	0	0
Länge der Bohrung	34	6	0	46	0	0	55	9	0
Länge des zu ziehenden Theiles	31	6	0	41	0	0	50	6	0
Länge der Schildzapfen	2	0	0	2	6	0	3	3	0
Abstand der durch die Visirpunkte senkrecht auf die Rohrachse gelegten Ebene bei der oberen Aufstellung des Geschütz-Aufsatzes	34	3	3	46	8	0	56	9	6
	34·27083″			46·6″			56·7916″		
Abstand der durch die Visirpunkte senkrecht auf die Rohrachse gelegten Ebene bei der unteren Aufstellung des Geschütz-Aufsatzes	17	3	9	19	9	9	24	3	9
	17·3125″			19·8125″			24.3125″		
Abstand der obern Aufsatz-Ebene von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	2	10	6	4	1	0	5	2	0
	2·875″			4·083″			5·16″		
Abstand der untern Aufsatz-Ebene von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	1	9	6	2	5	6	3	1	0
	1·7916″			2·4583″			3·083″		
Abstand des vordern Visirpunktes von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	3	0	6	3	10	6	4	9	3
	3·0416″			3·875″			4·77083″		
Abstand des mittleren Visirpunktes von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	0	10	0	1	0	0	3	10	6
	0·83″			1·0″			3·875″		
Abstand der Seitenfläche im Einschnitte für die untere Stellung des Geschütz-Aufsatzes von der durch die Rohrachse senkrecht auf die Schildzapfenachse gelegten Ebene	1	0	0	2	0	6	2	10	6
Abstand des mittleren Visirpunktes von der durch die Rohrachse senkrecht auf die Schildzapfenachse gelegten Ebene	2	10	9	4	1	6	5	2	0
	2·89583″			4·125″			5·16″		
Abstand des Schwerpunktes von der Mündungsfläche	23	0	0	30	7	0	36	9	0
Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche	19	0	0	29	0	0	34	9	0
	19·00″			29·00″			34·75″		
Vorsetzung der Zündlochachse auf der Rohrachse	0	6	0	0	8	0	0	10	0
Vorsetzung der Zündlochachse auf der Rohroberfläche	1	6	0	2	7	0	3	3	0
Herabsetzung der Schildzapfenachse unter die Rohrachse	0	9	0	1	6	0	1	9	0
Zwischenweite der Angussscheiben	6	3	6	9	8	9	12	1	0
Stärke des Stossbodens	1	6	0	2	6	0	3	3	0
Die Züge machen eine Umdrehung auf	59	6	—	64	9	0	80	6	—
Die Züge haben daher Windung	0·53			0·63			0·63		
Drallwinkel . . . Grad	$8^1/_2$			$8^1/_2$			$8^1/_2$		
Gewicht des Rohres, in Wiener Pfund	155			475			880		
Hinterwucht des Rohres, in Wiener Pfund	38			40			75.		

Verzeichniss A.

Ueber jene Mängel und Abweichungen von den vorgeschriebenen Abmessungen, welche bei der Visitirung der gezogenen Feld- und Gebirgs-Geschützrohre v. J. 1863 noch tolerirt werden.

Bei dem Visitiren der Rohre vor dem Ziehen.

1. Bezüglich der Gussgruben, porösen Stellen, grösseren Zinnflecken gilt dieselbe Toleranz wie bei glatten bronzenen Rohren.

2. In der Bohrung dürfen in dem nachträglich zu ziehenden Theile Gruben oder poröse Stellen nur dann tolerirt werden, wenn deren Dimensionen so gering sind, dass sie beim nachfolgenden Ziehen hinwegfallen; im Laderaume und im Geschosslager dürfen hingegen keine Gruben oder poröse Stellen vorkommen.

Bohrringe werden nicht geduldet, und es ist sich bei deren Vorkommen nach den hierwegen für die gezogenen Hinterladungs-Kanonenrohre bestehenden Vorschriften zu benehmen.

Kaliberstreifen dürfen nicht über 2 Punkte Tiefe haben.

3. Die Länge der Schildzapfen darf um $\pm$ 1 Linie; deren Durchmesser hingegen nur um + 1 und — 3 Punkte von dem festgesetzten Masse abweichen.

4. Die Zwischenweite beider Angussscheiben darf 4^{IV} kleiner oder um 2 Punkte grösser als vorgeschrieben sein.

5. Für die Abweichung der senkrechten Stellung der Angussscheiben gegen die Schildzapfenachse ist keine Toleranz gestattet.

6. Die Tiefe der Bohrung kann um 2 Linien grösser und 1 Linie kleiner sein.

7. Die Vorsetzung der Zündlochmitte auf der Rohrachse darf um 2 Linien grösser, aber nur um 1 Linie kleiner als vorgeschrieben sein.

Der Durchmesser der Bohrung des Zündlochkernes darf nur um 2 Punkte grösser, nie aber kleiner, als vorgeschrieben sein; ebenso dürfen sich in dieser Bohrung (dem Zündloche) keine Gruben vorfinden.

8. Der Bohrungs-Durchmesser kann um einen Punkt kleiner, nie aber grösser als der vorgeschriebene sein.

9. Für die Vorsetzung der Schildzapfenachse ist eine Toleranz von 1 Linie ($\mp$), — jedoch unter der Bedingung gestattet, dass die Vorsetzungen der Achsen der beiden Schildzapfen nicht um mehr als 3 Punkte von einander differiren und dass beide senkrecht auf der vertikalen Durchschnittsebene des Rohres stehen.

10. Für die Herabsetzung der Schildzapfenachse wird nur dann 1 Linie ($\pm$) tolerirt, wenn nebstbei die in 9. angegebenen Bedingungen erfüllt werden.

11. Hinsichtlich der Koncentricität des Rohres ist keine Abweichung gestattet.

12. Für die Vorsetzung der Zündlochmitte auf der Rohr-Oberfläche gilt eine Toleranz von $1\frac{1}{2}$ Linien ($\pm$).

13. Die Metallstärken des Rohres dürfen um 6 Punkte ($\mp$) sein, als vorgeschrieben.

14. Der Durchmesser der Angussscheiben darf um 1 Linie grösser und um 4 Punkte kleiner, als das Normalmass sein.

15. Der Abstand des grössten Kreises am Bodenstücke von jenem am Visiraufsatze kann um 2 Linien grösser oder kleiner, als vorgeschrieben sein.

16. Bezüglich der Traube gelten die für die glatten Feldkanonenrohre bestehenden Toleranzen.

17. Der grösste Kreis des Kopfes darf um 1 Linie grösser, aber nur 6 Punkte kleiner als vorgeschrieben sein.

18. Für den Durchmesser des grössten Kreises am Bodenstücke ist keine Toleranz gestattet.

19. Die Höhe des vordern Visiraufsatzes muss das Normalmass haben.

20. Für die Abweichung der senkrechten Stellung der Mündungsfläche gegen die Rohrachse ist keine Toleranz gestattet.

Bei dem Visitiren der Rohre nach dem Ziehen.

21. Bezüglich der Gruben und porösen Stellen in der Bohrung des Rohres gilt Folgendes:

Die Kanten der Züge dürfen keine Grathe oder Ausbröcklungen zeigen und die Züge selbst müssen möglichst glatt und von Zugstreifen frei sein.

Die Verbindung der Züge mit dem glatten Theile des Patronenlagers muss rein und glatt, nicht aber zackig oder mit Grathen behaftet sein.

22. Für die Windung der Züge bei einhalb Länge des ganzen Theiles der Bohrung ist mehr oder weniger $^1/_2$ Grad, für jene der ganzen Länge hingegen $\pm$ 1 Grad Abweichung vom vorgeschriebenen Masse gestattet.

23. Die Züge können um 1 Punkt breiter oder schmäler als normal sein.

24. Für die Tiefe der Züge ist blos eine Plus-Toleranz von $1\,^1/_2$ Punkt gestattet.

25. Für die Länge des gezogenen Theiles der Bohrung gelten dieselben Toleranzen, wie für die Länge der glatten Bohrung.

26. Der Durchmesser der gezogenen Bohrung recte der Züge darf um $1\,^1/_2$ Punkte grösser, nie aber kleiner als vorgeschrieben sein.

27. Für die Breite und Tiefe der obern und der untern Aufsatz-Ebene, für die parallele Lage beider zur Schildzapfenachse und für die senkrechte Stellung der Seitenwände ist keine Toleranz gestattet.

28. Für die Höhe und für die Lage des mittleren Visirpunktes ist keine Toleranz zulässig; jedoch ist bei der Untersuchung den in 9. und 10. angegebenen, in der Herabsetzung und Vorsetzung der Schildzapfenachse gestatteten Abweichungen Rechnung zu tragen.

29. Der rückwärtige Visir-Einschnitt und das vorne aufgesetzte Korn müssen in der auf die Schildzapfenachse senkrecht stehenden Durchschnitts-Ebene des Rohres liegen; sie haben betreffs ihrer Dimensionen keine Toleranz.

Beim Visitiren nach dem Beschiessen.

30. In der Bohrung dürfen keine neuen Mängel hervor getreten sein, und jene, welche schon vorhanden waren, dürfen sich nicht vergrössert haben.

31. Die Vorsetzung der Schildzapfenachse an deren Endpunkten muss unverändert geblieben sein.

32. Ein Nichtfestsitzen des Kernes muss durch ein neues Verschrauben, ein etwaiges Vorstauen um mehr als 1 Punkt, aber durch nochmaliges Ausreiben beseitigt werden.

Für die Rückstauung ist eine Toleranz von 2 Punkten gestattet.

Die Untersuchung der gezogenen Hinterladungs-Geschützrohre vor dem Ziehen.

§. 267. Diese Untersuchung zerfällt in die Aufnahme der Beschaffenheit der äusseren Oberfläche und der Bohrung des Rohres, die Prüfung der Schildzapfenabmessungen, der Zwischenweite der Angussscheiben und der senkrechten Stellung der letzteren auf die Schildzapfenachsen, so wie die Bestimmung der höchsten Punkte der Visireinschnitte und der Kreuzschnitte, die Visitirung der verschiedenen Längenabmessungen der Bohrung und ihrer Theile, die Ermittlung der Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie und der Zündlochweite, die Visitirung der Bohrungsdurchmesser, die Prüfung der Vorsetzung der Schildzapfen- und Querlochachse von der Bodenfläche, die Bestimmung der Herabsetzung der Schildzapfenachse und die Ermittlung der Koncentricität des Rohres, die Visitirung der Länge des ganzen Rohres und seiner einzelnen Theile, der Vorsetzung der Zündlochmitte, der Aufsatz- und Quadrantenebene von der Bodenfläche, und die Ermittlung des Abstandes des höchsten Punktes am Visiraufsatze von der Rohrachse; die Prüfung der Metallstärke des Rohres, der Durchmesser der Angussscheiben und der Querlochangussflächen, endlich die Visitirung der Abmessungen und der horizontalen Lage der Aufsatz- und Quadrantenebene, als auch jene der beiden Visireinschnitte und Kreuzschnitte.

Sämmtliche vorgenannten Untersuchungen geschehen in ähnlicher Weise wie bei Vorderladungsrohren, nur sind hiebei die nachfolgend gemachten Bemerkungen zu beachten.

In der dem §. 269 angehängten 6. Tafel sind die wesentlichen Abmessungen dieser Rohre enthalten.

Bei der Aufnahme der Beschaffenheit der äusseren Rohroberfläche ist allen denjenigen Gebrechen in der Art nachzuforschen, wie es bei den glattgebohrten Geschützrohren angegeben wurde; ebenso ist bei der Aufnahme des Zustandes der mittelst eines brennenden Wachskerzchens oder des Geschützbohrungsspiegels beleuchteten Bohrung des Rohres in Betreff von Gruben und porösen Stellen wie bei den letzterwähnten Geschützen vorzugehen, wobei nur noch bemerkt wird, dass diese Mängel in dem zu ziehenden Theile der Bohrung nur von solchen Dimensionen sein dürfen, dass man bei dem Ziehen des Rohres das gänzliche Verschwinden derselben erwarten kann, oder dass sie eine solche Lage einnehmen, um den an die Züge gestellten Forderungen nicht nachtheilig zu sein; ferner, dass der nicht zu ziehende Theil der Bohrung, nämlich der Laderaum und das Querloch, so wie die Auskehlung gut ausgeschmirgelt sein müssen; dass Bohrstreifen nur selten, Bohrringe dagegen nie vorkommen dürfen oder doch, dass erstere in dem zu ziehenden Bohrungstheile blos eine solche Tiefe haben, um beim Ziehen auf ihr Verschwinden verlässlich zählen zu können, während bei allenfalls vorgefundenen Bohrringen die Entscheidung über die Annahme eines damit behafteten Rohres, nach der Einsendung der betreffenden Visitirprotokolle höheren Orts, abzuwarten kommt; endlich dass Bohrfehler und sonstige Mängel im Querloche und in der Auskehlung, welche beide Theile übrigens so genau als möglich nach der normirten Zeichnung hergestellt zu sein haben, aufzunehmen und ihren Dimensionen nach im Untersuchungsprotokolle vorzumerken sind.

Die Prüfung der Abmessungen der Schildzapfen nebst der Ermittlung ihres Scheibenmittelpunktes, sowie die Untersuchung der Zwischenweite der Angussscheiben und deren senkrechten Stellung auf die Schildzapfenachsen wird wie bei den glatten Geschützen ausgeführt.

Zur Bestimmung der höchsten Punkte der Visirein- und der Kreuzschnitte wird vorerst das Rohr horizontal gestellt, und hierauf sowohl in die Mündung als auch in den hinteren Theil der Bohrung je ein mit zwei zugehörigen Bohrungsscheiben versehenes Mündungskreuz gesteckt. Nun setzt man auf die Mündungskreuze Wasserwagen, bringt die wagrechten Arme der ersteren in eine horizontale Lage und führt behutsam einen Reisser längs der oberen Fläche dieser Arme, wodurch die Horizontallinie des Kreuzschnittes markirt und von dieser aus die Vertikallinie am besten mittelst Sektionsbögen bestimmt wird. Um aber auch die höchsten Punkte der Visireinschnitte zu erhalten, nimmt man 2 mit einem Faden verbundene Senkel, legt sie derart über das Rohr, dass sie an beiden Enden herabhängen und ihr Faden genau über die Mitte des im vertikalen Arme der beiden Mündungskreuze laufenden und auf das bezügliche Zeichen gestellten Schubers zu liegen kommt. Der gut angespannte Faden markirt nun die Linie, nach welcher am Visiraufsatze und dem rückwärtigen Theile der Rohroberfläche sowohl die höchsten Punkte eingekörnt, als auch die Lage der Visireinschnitte durch eine eingeritzte Linie bezeichnet werden.

In Bezug der Visitirung der Längenabmessungen der Bohrung ist erklärlich, dass ein besonderes Messen der ganzen Bohrungslänge aus dem Grunde überflüssig wäre, weil sie bei Hinterladungskanonen mit der ohnehin später zu bestimmenden Länge des ganzen Rohres übereinkommt; die Länge des Laderaumes und Querloches muss dagegen ermittelt werden.

Für die erstere Untersuchung dient ein Laderaummesser, welcher der Hauptsache nach aus einer eisernen Stange besteht, an deren einem Ende eine in den Laderaum passende Scheibe, am anderen hingegen eine Handhabe angebracht ist. Der vor der Handhabe liegende Theil der Stange ist auf eine festgesetzte Länge in Zolle und seine Unterabtheilungen eingetheilt, und es lässt sich längs dieser Eintheilung ein mit einem Nonius sammt Druckschraube versehener Schuber bewegen.

Zum Gebrauche des Instrumentes wird dasselbe mit zwei kalibermässigen Führungsscheiben versehen, die Druckschraube des Schubers derart gelockert, dass sich letztere leicht bewegen lässt, und der Messer von der Bodenfläche aus in den Ladungsraum so weit eingeführt, als dies ohne gewaltsames Pressen möglich ist.

Nun schiebt man den Schuber bis an die Bodenfläche des Rohres und stellt ihn durch die Druckschraube fest, worauf die Länge des Laderaumes auf dem Nonius abgelesen und das Instrument sofort behutsam aus dem Rohre gezogen werden kann.

Der Unterschied zwischen der eben ermittelten und der Länge der ganzen Bohrung gibt sodann die Länge des zu ziehenden Theiles derselben.

Die Länge des ganzen Querloches wird mittelst der grossen Schublehre leicht und genau gemessen.

Um die Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie von der Bodenfläche zu prüfen, bedient man sich eines ähnlich konstruirten

Kolbens, wie er für den gleichen Zweck bei glatten Rohren in Verwendung steht.

Nachdem jedoch eine Abrundung des Kolbens bei Hinterladungsgeschützen überflüssig ist, so besteht er aus einem beiderseits senkrecht abgeschnittenen Cylinder, daher auch die durch seine Achse gehende Fläche seines Ausschnittes ein Rechteck bildet, dessen Mitte bleibend bezeichnet ist.

Beim Gebrauche wird die ebenerwähnte Fläche des Kolbenausschnittes rings um den bezeichneten Mittelpunkt leicht mit Abdruckwachs belegt, der Kolben an seine Stange geschraubt und von dem besagten Mittelpunkte der normale Abstand der Zündlochachse von der Bodenfläche auf der Stange aufgetragen und bezeichnet. Nun führt man den Kolben mit thunlichst genau in der Achse des Laderaumes gehaltener Stange so weit in denselben ein, bis das gemachte Zeichen mit der Bodenfläche gleich kommt, was mit Hilfe eines eisernen Lineals leicht zu verificiren ist, und sticht endlich die Achse des Zündloches mittelst der hiezu bestimmten Visitirnadel auf der Wachsfläche ab.

Die nach dem Herausziehen des Kolbens aus der Bohrung allenfalls ersichtliche, von der Normalen abweichende Vorsetzung wird im Protokolle bemerkt.

Die Zündlochweite kommt in gleicher Art wie bei glatten Rohren zu ermitteln.

Die Durchmesser der verschiedenen Theile der Bohrung werden mittelst des Geschützbohrungsmessers unter Anwendung der bei den gleichnamigen glatten Rohren zu gebrauchenden Schuberstifte auf die bereits früher angegebene Weise gemessen und hiezu die vorderen und rückwärtigen Ende der beiden cylindrischen Theile des Laderaumes, dann in dem zu ziehenden Theile der Bohrung wenigstens von 6 zu 6″ von einander entfernte, endlich alle diejenigen Stellen genommen, an welchen man bei der Besichtigung der Bohrung irgend ein Gebrechen bemerkt hat oder auch nur vermuthet. Da an den äussersten Enden der Bohrung der Geschützbohrungsmesser nicht gut gehandhabt werden kann, so können die Durchmesser daselbst mit der grossen Schublehre genauer gemessen werden.

Die Bestimmung aller Durchmesser muss mindestens nach zwei auf einander senkrechten Richtungen stattfinden, und wird bei vorausgesetzter horizontalen Lage des Rohres am einfachsten nach der Vertikalen und Horizontalen vorgenommen; dabei sind alle in dem zu ziehenden Bohrungstheile ermittelten Dimensionen in ein besonderes Verzeichniss aufzunehmen und dieses dem Objekte, woselbst das Ziehen der Rohre geschieht, aus dem Grunde zu übergeben, um demselben die für die Bestimmung der richtigen Zugtiefe erforderlichen Daten zu liefern.

Die Durchmesser des Querloches misst man gleichfalls in wenigstens zwei Querschnitten jedes seiner beiden Theile mit der grossen Schublehre; die Auskehlung am hinteren Ende der Bohrung verificirt man mittelst einer eigenen Chablone und untersucht in ähnlicher Art auch die Abrundungen an den inneren Kanten des Querloches, sowie die Abkantung der Bohrung an der Mündung.

So wie bei glatten Rohren muss auch hier die ganze Bohrung vor dem Gebrauche des Geschützbohrungsmessers mit reinem Baumöl eingeölt werden.

Die Vorsetzung der Schildzapfen- und der Querlochachse von der Bodenfläche des Rohres wird bei horizontaler Rohr- und Schildzapfenachse mit Hilfe des zusammengesetzten Mündungskreuzes und der Körnerlineale bestimmt. Zum Zusammensetzen des Mündungskreuzes werden zwei für den betreffenden Kaliber gehörige, nach dem Durchmesser des rückwärtigen Cylinders des Laderaumes mit einem Spielraume von 1^{IV} konstruirte Bohrungsscheiben und ein eiserner Dorn verwendet.

Bevor die beabsichtigte Visitirung vorgenommen werden kann, prüft man die senkrechte Stellung der Bodenfläche gegen die Rohrachse, indem man das mit den erwähnten Bohrungsscheiben und dem Dorne zusammengesetzte Mündungskreuz in den Laderaum schiebt und mit seinen Armen an die Bodenfläche andrückt. Wenn dieselben während des Herumdrehens des Mündungskreuzes stets gleichmässig an der Bodenfläche anliegen, so ist dies ein Beweis für die senkrechte Stellung der letzteren gegen die Rohrmittellinie; ergäbe sich dagegen in dieser Beziehung eine, wenn auch noch so geringe Abweichung, so müsste diese bei allen Abmessungen, welche von der Bodenfläche aus genommen werden, berücksichtigt werden.

Die eigentliche Untersuchung der Vorsetzung der Schildzapfenachse von der Bodenfläche geschieht nun in derselben Weise wie jene der Zurücksetzung dieser Achse von der Mündungsfläche bei glatten Rohren.

Für das Messen der Vorsetzung der Querlochachse verwendet man am zweckdienlichsten die für Mörser gehörigen kleineren Körnerlineale. Um dieselben jedoch in der Art gebrauchen zu können, wie es bei der Bestimmung der Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche der Fall ist, dient ein bronzener hohler Cylinder, dessen Durchmesser nur um 1^{IV} kleiner ist, als der normale Querlochdurchmesser, und dessen Länge genau mit jener des Querlochangusses übereinkommt. Zur leichteren Handhabung dieses Cylinders sind dessen Bodenflächen so durchbrochen, dass nach der Richtung zweier auf einander senkrechter Durchmesser bei $^1/_2$ bis $^3/_4''$ breite Bänder entstehen; auf der Kreuzung derselben sind die Mittelpunkte der Bodenflächen und zugleich die Durchschnittspunkte der Cylinderachse mit diesen Flächen ähnlich den Körnerpunkten der Schildzapfen bezeichnet.

Zum Gebrauche wird der Cylinder in das Querloch derart eingeführt, dass seine Bodenflächen genau mit den der Querlochangüsse übereinstimmen und hierauf ein eisernes Lineal so an die Bodenfläche des Rohres angelegt, dass dessen oberste Kante mit dem Horizontalstrich des Kreuzschnittes abschneidet; auf das Lineal werden nun die beiden Körnerlineale gelegt und die beiderseitigen Abstände abgenommen. Sind letztere gleich, so ist hiedurch die senkrechte Stellung der Querloch- gegen die Rohrachse konstatirt; spielen überdies die Luftblasen der auf die Körnerlineale aufzusetzenden Wasserwagen genau ein, so ist auch das Durchgehen der Querlochachse durch die Rohrmittellinie erwiesen. Abweichungen nach ein oder der anderen Richtuug kommen im Visitirprotokolle anzuführen.

Zur Visitirung der Herabsetzung der Schildzapfenachse werden dieselben Instrumente wie bei glatten Rohren verwendet; es wird nur bemerkt, dass auf die Spitze der Bohrungsstange statt des bei glatten Rohren benützten Bohrungsabrundungskolbens eine in die rückwärtige Aus-

kehlung des Laderaumes passende, an ihrer rückwärtigen Fläche durch eine auf ihrer Achse senkrechte Ebene begrenzte und im Mittelpunkte eingekörnte messingene Kolbenscheibe angeschraubt wird, und dass von den Bohrungsscheiben bei jedem Kaliber zwei für den rückwärtigen, eine für den mittleren und zwei für den vorderen oder zu ziehenden Cylinder der Bohrung gehören.

Ist die Bohrungsstange mit den Bohrungsscheiben und der Kolbenscheibe versehen, so wird sie von der Bodenfläche aus in die Bohrung des in Folge der früher ausgeführten Untersuchungen horizontal gestellten Rohres so weit eingeführt, bis die ebene Fläche der letztgenannten Scheibe mit der Bodenfläche des Rohres genau übereinfällt.

Nun legt man auf die bereits bezeichneten höchsten Punkte des Bodenstückes und des Visiraufsatzes Papierstreifen und auf diese das mit seinem vorderen Schuberschenkel versehene Geschützlineal, schiebt dasselbe, ohne es von seinen Auflagepunkten zu erheben, so lange nach rückwärts, bis die auf die Bohrungsstange gesteckte Hülse dieses Schenkels an der Mündungsfläche ansteht, zieht hierauf die Schrauben des vorderen Schenkels an, schraubt die Körnerhülse des hinteren Schuberschenkels auf den grössten Halbmesser des Bodenstückes an, steckt diesen Schenkel auf das Geschützlineal und schraubt ihn schliesslich, nachdem er mit seinem Körner in die Einkörnung der Kolbenscheibe eingesetzt wurde, auf das Lineal fest.

Der Vorgang beim Gebrauche des zur Stütze des Geschützlineals verwendeten Unterlagssattels, sowie der grossen Schublehre und der beiden für dieselbe und die Bohrungsstange dienenden Wasserwagen stimmt mit jenem bei glatten Geschützrohren überein.

Bei der Prüfung der Koncentricität des Rohres, welche genau eingehalten werden muss, wird mit Ausnahme der grossen Schublehre die eben erwähnte Zusammenstellung des Instrumentes beibehalten, und die Visitirung mit dem Anschlagschuber wie bei glattgebohrten Geschützrohren vorgenommen.

Die Visitirung der Länge des Rohres und seiner Theile wird grösstentheils mit dem auf das Geschützlineal gesetzten Anschlagschuber, wie bei glatten Rohren ausgeführt und gleichzeitig mit diesen Messungen auch die Vorsetzung der Zündlochmitte, der Aufsatz- und Quadrantenebene von der Bodenfläche untersucht.

Die Ermittlung des Abstandes des höchsten Punktes am Visiraufsatze von der Rohrachse geschieht mit denselben Mitteln und auf die gleiche Art, wie bei eisernen glatten Vertheidigungskanonen.

Ebenso werden die Metallstärken, so wie die Durchmesser der Angussscheiben und der Querlochangussflächen mittelst Tasterzirkel, Massstabplatten oder Zeichnungsrissen in der bekannten Weise bestimmt und gemessen.

Die Abmessungen und die horizontale Lage der Aufsatz- und Quadrantenebene visitirt man beziehungsweise mittelst eigens für diesen Zweck genau konstruirter Chablonen und vollkommen verlässlicher Wasserwagen.

In Betreff der Tiefe der beiden Visireinschnitte, welche, sowie die Kreuzschnitte an der Boden- und Mündungsfläche, nach ihrer schon früher ermittelten und bemerkten Lage durch sachkundige Schlosser herzustellen kommen, hat als unverrückbarer Anhaltpunkt zu gelten, dass

jene beiden Punkte ihrer inneren Schärfen, über welche zu visiren ist, zur Erzielung der Kernrichtung des Rohres einen vollkommen gleichen Abstand von der Rohrachse haben müssen.

Die sonstigen Abmessungen der Visirein- und der Kreuzschnitte prüft man auf ihre Richtigkeit ebenfalls mittelst hiezu angefertigter Chablonen.

Die Untersuchung der gezogenen Hinterladungs-Geschützrohre nach dem Ziehen.

§. 268. Diese Untersuchung umfasst die Prüfung des Dralles, der Länge des gezogenen Theiles der Bohrung, der Tiefe der Züge, überhaupt des Kalibers in denselben und auf den Feldern, schliesslich die Visitirung der Verschlussvorrichtung und ihrer Theile.

Sowie die Vorder-, müssen auch die Hinterladungsgeschütze noch vor dem Beginne ihrer Untersuchung nach dem Ziehen in ihrer Bohrung, wie es im Früheren angegeben ist, visitirt werden, worauf die Richtigkeit des Dralles und die Länge des gezogenen Theiles der Bohrung mittelst des Drallmessers geprüft wird.

Der Drallmesser für gezog. Hinterladungsrohre kommt in seiner Einrichtung mit dem Drallmesser für gezogene Vorderladungsgeschütze überein, von welchem er sich nur durch die der grösseren Länge des gezogenen Bohrungstheiles entsprechend längere Führungsstange und durch die nach dem Durchmesser und der Form der Züge der Hinterladungsrohre erzeugte Führungsscheibe unterscheidet.

Eine weitere Abweichung der in Rede stehenden beiden Drallmesser besteht darin, dass bei jenem für Hinterladungsgeschütze der Zeiger nicht auf den Nullpunkt der Kreiseintheilung zeigt, selbst wenn Führungs- und Mündungsscheibe richtig aneinander geschoben sind. Es steht in diesem Falle der Zeiger beim 6- und 12-Pfdr. respektive auf 357 und 335, also um 3 oder 25 Grade links vom Nullpunkte, beim 24-Pfdr. hingegen auf 24 Grad der Gradplatte. Es erhellet hieraus, dass jede von der letzteren abgelesene Grösse des Dralles beim 6- und 12-Pfdr. um 3 und 25 Grade vermehrt, beim 24-Pfdr. aber um 24 Grade vermindert werden müsse, um das richtige Mass des Dralles zu erhalten.

Im Uebrigen wird der Drallmesser sowohl bei der Bestimmung des Dralles als auch der Länge des gezogenen Bohrungstheiles wie bei Vorderladungsgeschützen gebraucht und hergerichtet und der erstere auch bei jeder Hinterladungskanone auf wenigstens zwei verschiedene Bohrungslängen, auf $^1/_4$ und $^3/_4$ Windung, so wie am Ende des gezogenen Bohrungstheiles, stets von der Mündung aus gerechnet geprüft. Noch wird schliesslich bemerkt, dass, sobald die Führungsscheibe bis an dieses Ende gelangt ist, was bei Hinterladungs-Kanonenrohren genauer von der Boden- als von der Müngungsfläche beurtheilt werden kann, die Länge des gezogenen Theiles der Bohrung auf der Führungsstange abgelesen und hiezu wegen der im Früheren angegebenen Ursache noch das konstante Mass von $1^1/_4''$ (d. i. die Stärke der Scheiben) addirt wird.

Die Prüfung der Tiefe der Züge, überhaupt also des Kalibers in denselben und auf den Feldern, in Abständen von mindestens 6 zu 6″ geschieht mit den gleichen Mitteln und in derselben Weise wie bei den Vorderladungsgeschützen. Um bei den in dem Untersuchungs-Protokolle

einzutragenden Angaben der Durchmesser, der Mängel und Gebrechen des gezogenen Bohrungstheiles, in Bezug auf die Benennung der Züge, Zugpaare und Felder bei allen Rohren gleich und übereinstimmend vorzugehen, ist festgesetzt, dass für den vor und gegen die Mündung stehenden Beobachter der oben in der Mündung mit dem vertikalen Durchmesser des Kreuzschnittes übereinfallende Zug, oder wenn mit diesem Durchmesser ein Feld zusammenfallen sollte, der rechts davon liegende Zug als der erste zu gelten und die weitere Zählung von oben nach rechts derart zu erfolgen hat, dass jedes folgende Feld die Nummer des vorhergehenden Zuges erhält. Zwei einander diametral gegenüberliegende Züge bilden ein Zugpaar, welches nach der Nummer des zugehörigen, niedriger bezifferten Zuges benannt wird.

Mit Rücksicht auf die beim 6-, 12- und 24-Pfdr. vorkommenden 18, 24 und 30 Züge erscheint demgemäss bei diesen Kalibern der 1. und 10., der 1. und 13., und der 1. und 16. Zug als das erste, ferner der 9. und 18., der 12. und 24. und der 15. und 30. Zug als das letzte Zugpaar.

Bei der Untersuchung der Verschlussvorrichtung und ihrer Bestandtheile wird man sich vorerst durch genaue Besichtigung von dem vorgeschriebenen Erzeugungsmateriale und allenfallsigen äusseren Mängeln die Ueberzeugung verschaffen und die in diesen Beziehungen beanständeten Stücke ausstossen.

Zur Prüfung der Dimensionen der einzelnen Bestandtheile dienen theils Schublehren, theils Massstäbe, Zirkel und Zeichnungsrisse oder ungleich vortheilhafter genau gearbeitete stählerne Chablonen.

Eine besondere Sorgfalt kommt auf die Visitirung derjenigen Bestandtheile zu richten, welche die genaue und leichte Handhabung des ganzen Verschlussapparates beeinflussen, oder welche durch die Erschütterung beim Schiessen besonders in Anspruch genommen werden.

Die untersuchten einzelnen Theile werden zusammengesetzt, worauf man die Verschlussvorrichtung am Rohre befestigt und nacheinander erprobt, ob die mit dem Verschlusskolben verbundene Verschlussthüre sich um ihren Charnierbolzen gehörig bewegen lässt, indem sowohl ein zu strenges Passen, als auch ein zu grosser Spielraum des Bolzens in den Charnierröhren fehlerhaft wäre; ob bei dem Schliessen der Thüre und Einführen des Kolbens in den Laderaum, erstere an die Bodenöffnung des Rohres genau central passe, die Führung des Kolbens aber leicht, doch ohne zu schlottern, vor sich gehe, welch' letzteres bei zu grosser Schlitzöffnung der Verschlussthüre stattfinden würde; ob ferner, wenn durch den auf die gehörige Tiefe eingeführten Kolben der Quercylinder gesteckt und die Kurbel am ersteren fest angezogen wird, der Quercylinder im Querloche festgeklemmt ist und die Arme der Kurbel in diesem Falle nahe horizontal liegen; ob endlich, was ganz wesentlich zu beachten kommt, bei fest angezogener Kurbel noch ein Theil des flachen Schraubengewindes am Kolben bis innerhalb der rückwärtigen Fläche der Verschlussthüre reicht, weil im Gegenfalle bei späteren, selbst nur geringen Abnützungen der einzelnen Theile des Verschlussapparates in Folge des Schliessens der unbedingt nothwendige Verschluss des Rohres nicht bewirkt werden könnte.

Eine weitere Beachtung widmet man dem Durchgehen des Quercylinders durch das Querloch und durch die betreffende Oeffnung des Verschlusskolbens, welches weder zu streng, noch mit einem zu grossen

Spielraum vor sich gehen soll; dabei muss die Scheibe des Quercylinders, bis an welche derselbe beim Gebrauche stets einzuführen kommt, die rechte Seite des Querloches gut schliessen. Von der entsprechenden Befestigung der Quercylinderkette am Rohre wird man sich überzeugen, indem man ihr freies Endglied in den Haken der Quercylinderscheibe einhängt, hierauf den Cylinder, soweit es die Kette gestattet, aus dem Querloche zieht und untersucht, ob der Verschlusskolben auf die gehörige Tiefe anstandslos eingeführt und wieder herausgezogen werden kann.

Das mehrmalige vollkommene Schliessen und Oeffnen des Rohres mittelst des Verschlussapparates wird schliesslich dessen leichte und anstandslose Handhabung sicher konstatiren.

Alle Anstände, welche sich bei den Untersuchungen der Verschlussvorrichtungen ergeben, sind entweder sogleich an Ort und Stelle zu beheben, oder wenn es nicht angeht, in jenem Objekte zu beseitigen, in dem die betreffenden Bestandtheile ursprünglich hergestellt wurden.

§. 269. Ueber die Toleranzen, welche bezüglich der bei der Visitirung der Hinterladungskanonenrohre vor dem Ziehen entdeckten Gebrechen oder Abweichungen von den normalen Abmessungen festgesetzt sind, wurde Folgendes verfügt:

An der äusseren Oberfläche des Rohres werden höchstens $2\frac{1}{2}'''$ tiefe und $1\frac{1}{2}''$ lange Gussgruben gestattet. Befinden sich diese jedoch in der Verbindungslinie der Angussscheiben mit dem Rohrmetalle und liegen sie parallel zur Bohrungsmittellinie, dann dürfen sie höchstens $2\frac{1}{4}'''$ tief, $8'''$ lang und $6'''$ breit; in der Verbindungslinie der Schildzapfen mit den Angussscheiben bei derselben Länge und Breite nur $1\frac{1}{2}'''$ tief sein. An den übrigen Stellen der Angussscheiben und Schildzapfen können die erwähnten Toleranzen noch um 2^{IV} überschritten werden.

In der Bohrung darf die grösste Tiefe der Gruben am Vorder- und Mittelstücke respektive 1 und $\frac{3}{4}'''$, die Breite dagegen $2'''$ betragen; das letztere ist jedoch auf die Voraussetzung gegründet, dass solche Gruben nach dem Ziehen der Rohre nicht nachtheilig auftreten.

Im Laderaum macht jedes einzelne hinter dem Zündloche befindliche Grübchen, als nachtheilig auf die Funktionirung des Pressspahnbodens und die Ausdauer des Rohres wirkend, im anderen Theile des Laderaumes und im Querloche jede einzelne Grube, sobald sie die Dimensionen der grössttolerirten Grube im Mittelstücke überschreitet, das Rohr zur Annahme untauglich.

Ueberdies müssen in allen vorgenannten Fällen die Gruben vereinzelt vorkommen, weil deren Anhäufung an irgend einer Stelle ein poröses, nicht gehörig zusammenhängendes Metall beurkunden würde.

Kaliberstreife von höchstens 2^{IV} Tiefe werden nur bei grösseren Kalibern, Bohrringe dagegen, wie schon einmal erwähnt wurde, nie geduldet.

Die Länge der Schildzapfen darf $1'''$, ihr Durchmesser 3^{IV} grösser oder kleiner, die Angussweite 3^{IV} grösser oder 4^{IV} kleiner als vorgeschrieben sein.

Für die senkrechte Stellung der Angussscheiben gegen die Schildzapfenachse, für die entsprechenden Abmessungen und den gehörigen Abstand der beiden Visireinschnitte von der Seelllinie, für die senkrechte Stellung der Boden- und Mündungsfläche gegen die Rohrachse, für die Dimensionen der an diesen Flächen vorhandenen Kreuzschnitte, endlich

für die Vorsetzung und Ausmasse der Aufsatz- und Quadrantenebene besteht keine Toleranz.

Die Tiefe der ganzen Bohrung, respektive die Länge des Rohres darf um 3''' von dem normalen Masse abweichen, wobei auf den Laderaum mehr oder weniger 1 ½''', die Ergänzung hingegen auf den zu ziehenden Theil zu entfallen hat; für die Länge des Querloches ist eine Toleranz von 6^{IV} gestattet.

Die Vorsetzung der Zündlochmitte auf der Seellinie oder auf dem Rohre darf gegen die Normale 1''' kleiner oder grösser sein; der Durchmesser des Zündlochkanals, welcher frei von Gruben zu sein hat, kann wohl um 2^{IV} über, darf jedoch nie unter dem Normalmasse liegen.

In dem zu ziehenden Theile der Bohrung ist ein um 3^{IV}, in dem Ladungsraume nur ein um $1\,{}^{1}/_{2}{}^{IV}$ grösserer, nie aber ein kleinerer Durchmesser gestattet.

Die Vorsetzung der Schildzapfenachse von der Bodenfläche kann nur dann um 1''' zu viel oder zu wenig betragen, wenn die Vorsetzungen beider Schildzapfenachsen nicht um mehr als 3^{IV} von einander abweichen, und wenn letztere senkrecht auf der vertikalen Durchschnittsebene des Rohres stehen; unter denselben Bedingungen ist auch für die Herabsetzung der Schildzapfenachse eine Toleranz von 1''' mehr oder weniger bewilligt; die Vorsetzung der Querlochachse, welche absolut durch die Rohrmittellinie durchgehen muss, kann gegen die vorgeschriebene um 6^{IV} variiren.

Die Metallstärke des Rohres kann gegen die normale Grösse um 1 ½''' grösser oder um 4^{IV} kleiner sein; die Durchmesser der Angussscheiben und Querlochangussflächen dürfen schliesslich um 1 ½''' über, dagegen die ersteren nur um 4, die letzteren um 3^{IV} unter dem vorgeschriebenen Masse liegen.

Nach dem Ziehen gelten bei den Hinterladungskanonenrohren bezüglich der Gruben und porösen Stellen dieselben Toleranzen wie bei jenen vor dem Ziehen.

Die Windung der Züge kann bei ¼ Länge des gezogenen Bohrungstheiles um 1, jene bei ¾ Länge um 2 Grade, die Breite derselben um 2^{IV}, die Tiefe um 1^{IV} abweichen; für die Durchmesser in den Zügen ist wohl eine Plus-Toleranz von 3^{IV} gestattet, doch soll mit aller Sorgfalt dahin gearbeitet werden, dass diese Abweichung möglichst klein ausfalle. Bezüglich der Länge des gezogenen Bohrungstheiles gilt die für diese Länge im glatten Zustande bewilligte Tolleranz, während bei der Länge des Querlochcylinders 6^{IV} mehr, bei dessen Durchmesser $1\,{}^{1}/_{2}{}^{IV}$ mehr oder weniger geduldet werden; für die übrigen Theile des Querlochcylinders, als: Auskehlungslänge, Stieldicke u. s. w., ist eine Toleranz von 6^{IV} gestattet.

Der Durchmesser des Verschlusskolbens muss bei seinem grössten Spielraum von 3^{IV} in der Verschlussthüre normal, seine Länge hingegen kann 6^{IV}, jene seines Kopfes 3^{IV} grösser oder kleiner sein.

Für die Durchmesser der Kurbel- oder Anzugschrauben ist eine Toleranz von 3^{IV} mehr oder 1^{IV} weniger, für deren Länge aber von 6^{IV} mehr oder weniger normirt.

An der Verschlussthüre oder deren Charniertheilen werden nach keiner Richtung Mängel oder Abweichungen von den normalen Dimensionen geduldet.

6. Tafel.

Ueber die wesentlichsten Abmessungen und die Gewichte der gezogenen eisernen Hinterladungs-Kanonenrohre v. J. 1861.

	Benennung der Theile	6 Pfünder II	6 Pfünder III	6 Pfünder IV	12 Pfünder II	12 Pfünder III	12 Pfünder IV	24 Pfünder II	24 Pfünder III	24 Pfünder IV
Durchmesser	der Bohrung über die Züge	3	6	10	4	8	0	5	9	4
	der Bohrung über die Felder	3	5	8	4	6	10	5	7	11
	der Bohrung im 2. Cylinder	3	7	7-8 1/2	4	9	0-1 1/2	5	10	4-5
	der Bohrung im 3. Cylinder	3	8	1	4	9	6	5	10	10
	der rückwärtigen Bohrungs-Auskehlung	4	11	6	6	3	0	7	6	0
	des Querloches	2	11	7	3	10	5	4	8	5
	der Schildzapfen	3	7	2	4	9	0	6	0	0
	der Angussscheiben	4	6	0	6	0	0	7	4	0
	des Zündloches	0	3	0	0	3	0	0	3	0
	des Verschluss-Kopfes	um 1 1/2 Punkte kleiner als der Durchmesser des 2. Cylinders.								
	des Quercylinders	2	11	3	3	10	0	4	8	0
	des Rohres am hintern höchsten Punkte	11	5	0	15	2	4	19	0	8
	des Rohres am Zusammenstoss beider Konuse	0	0	0	12	5	0	16	9	4
	des Rohres am Ende der Hohlkehle am Kopfe	7	9	0	9	0	0	12	0	0
	des Schubers sammt aufgeschraubten Visitirstiften (beim Durchmesser)	3	4	0	4	2	1	5	4	0
Länge	des Rohres und der Bohrung	77	5	6	105	4	0-	117	2	0
	des hintern Konus	0	0	0	49	4	0	51	11	9
	des Laderaums	17	8	0	22	10	4	29	4	5
	des 1. Cylinders der Bohrung	58	7	0	81	4	10	86	7	8
	des 2. Cylinders der Bohrung	8	7	8	11	4	5	15	3	10
	des 3. Cylinders der Bohrung	6	0	0	7	4	2	9	6	0
	des 1. Konus der Bohrung	1	11	10	1	11	10	1	11	10
	des 2. Konus der Bohrung	1	3	0	1	7	9	1	11	10
	der rückwärtigen Bohrungs-Auskehlung	1	0	0	1	7	0	1	8	10
	des zu ziehenden Theiles	59	9	6	82	5	8	87	9	7
	des ganzen Querloches	12	5	0	16	5	8	20	3	0
	des rechten und linken Theiles des Querloches	4	4	5 1/2	5	10	1	7	2	1
	der Schildzapfen	3	5	3	4	6	0	5	9	0
	der Kette	10	6	0	12	0	0	12	0	0
	des cylindrischen Theiles des Quercylinders	12	0	0	12	9	9	14	1	0
	des ganzen Quercylinders	14	8	3	17	1	0	19	11	2
	des Kolbens der Verschluss-Vorrichtung	2	8	9	3	4	0	4	5	0
	bis zur Schraube der Verschluss-Vorrichtung	12	0	3	14	9	0	18	3	10
	bis inklusive der Schraube der Verschluss-Vorrichtung	15	9	3	18	6	0	22	0	10
	der Quadranten-Ebene	6	3	0	6	3	0	6	3	0
Abstand	der durch die Visirpunkte senkrecht auf die Rohrachse gelegten Ebenen, bei aufgestelltem Geschütz-Aufsatz	74	7	10	101	3	4	112	4	10
		74·6527″			101·278″			112·40278″		
	der hintern Aufsatz-Ebene von der durch die Rohrachse parallel zur Schildzapfenachse gelegten Ebene	5	5	6	7	4	2	9	3	4
		5·4583″			7·3472″			9·278″		
	des vordern Visir-Aufsatzes (von derselben Ebene)	5	8	6	7	7	2	9	6	4
	des vordern Visir-Punktes (von derselben Ebene)	5	7	6	7	6	2	9	5	4
		5·625″			7·5138″			9·444″		
	des Schwerpunktes des Rohres (ohne Verschluss) von der Mündungsfläche	43	11	6	62	2	0	67	6	6
	Zurücksetzung der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche	39	11	6	59	10	0	66	5	6
		39·9583″			59·8333″			66·4583″		
Vorsetzung	der Querlochachse von der rückwärtigen Fläche des Hinterstückes	5	5	6	6	11	4	8	5	3
	der vordern Kante der Aufsatz-Ebene von der rückwärtigen Fläche des Hinterstückes	1	9	0	2	9	0	3	3	3
	der hintern Kante der Quadranten-Ebene von der rückwärtigen Fläche des Hinterstückes	16	10	0	19	4	5	18	8	8
	der Zündlochachse auf der Rohr-Oberfläche und Rohrachse	10	10	0	13	4	5	16	2	8
Herabsetzung	der Schildzapfenachse unter die Rohrachse	1	9	7	2	5	9	2	10	0
	der Querlochachse unter die Rohrachse	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zwischenweite der Angussscheiben	9	10	10	14	6	0	17	6	0
	Höhe des Schlitzes in der Verschlussthür	3	7	9	4	9	3	5	10	7
	Die Felder sind breit	0	2	5	0	2	4	0	2	3
Die Züge	sind tief	0	0	7	0	0	7	0	0	8·5
	sind breit	0	4	10	0	4	10	0	4	10
	machen eine Umdrehung auf	178	9	0	238	3	6	357	5	3
	haben daher Windung	1/3			1/3			1/4		
	Drallwinkel	3°-29′-30″			3°-26′-30″			2°-41′-15″		
Gewicht	des Rohres (Wiener Pfund)	1150			2640			5020		
	der Verschluss-Vorrichtung (Wiener Pfund)	40			70			112		
	Hinterwucht des Rohres ohne Verschluss (Wiener Pfund)	127			220			226		

β. Das Beschiessen oder Tormentiren des Rohres.

§. 270. Das Beschiessen der Geschützrohre besteht nicht in der Erprobung der eigentlichen Festigkeit und des Widerstandsvermögens des Metalles, vielmehr blos in einer Erschütterung desselben, indem man hiebei durch Anwendung massiver Geschosse und Strohvorschläge oder eines vermehrten Gewichtes der Hohlprojektile den Widerstand gegen die entzündete Ladung steigert und hiedurch, wie auch durch theilweise Anwendung verstärkter Ladungen den Druck der entwickelten Gase gegen die Bohrungswände erhöht.

Das Tormentiren, welches zu Wien in Gegenwart einer aus Oberofficieren des Artillerie-Komité, der Feld- und technischen Artillerie, zu Mariazell dagegen aus den daselbst zum Untersuchen der Geschützrohre jeweilig kommandirten Artillerie-Ober- und Unterofficieren bestehenden Kommission auf einem hiezu geeigneten Schiessplatze vorgenommen wird, ist aus dem Grunde nothwendig, weil ungeachtet der sorgfältigsten Auswahl der Erzeugungsmaterie und des rationellsten Vorganges bei dem Gusse der Rohre dennoch Fehler entstehen können, welche sich schon nach einigen Schüssen als Gruben oder Blasen in der Bohrung, oder als feine Risse oder Sprünge an der Oberfläche beurkunden, den innigen Zusammenhang der materiellen Theilchen stören und hiedurch die erforderliche genügende Widerstandsfähigkeit und Ausdauer der Rohre beeinträchtigen.

Bei den eisernen Hinterladungsgeschützen bezweckt man durch das Tormentiren überdies die Erprobung der Ausdauer aller Theile, wie auch die leichte Gangbarkeit des ganzen Verschlussapparates und die Ermittlung des Festsitzens und der Beschaffenheit des Zündlochkernes.

Um nun den eigentlichen Zweck des Tormentirens nicht zu verfehlen und die Grenzen der Widerstandsfähigkeit nicht leicht zu überschreiten, darf dasselbe nie in eine Gewaltprobe ausarten, weil hiedurch nicht nur die Kohäsion der Geschützmaterie geschwächt, ja selbst vernichtet werden könnte, sondern, weil man auch dazu beigetragen hätte, vielleicht sonst brauchbare Rohre sogleich oder doch in kurzer Zeit ihres Gebrauches zu ruiniren.

Aus diesem Grunde muss, auf langjährige Erfahrungen gestützt, bei dem Beschiessen der verschiedenen Geschütze Folgendes beobachtet werden:

1. Die Ladungen, welche aus einem Pulver von bester Beschaffenheit zu bestehen haben, sind für die einzelnen Schüsse in der aus der nachfolgenden 7. Tafel zu entnehmenden Grösse anzuwenden.

2. Die glattgebohrten Rohre erhalten Vollkugeln; die gezogenen Kanonen mit Blei ausgefüllte Hohlgeschosse von dem Gewichte der Shrapnels; die Haubitzen und Granatkanonen Granaten, welche durch Ausfüllen mit Sand und Bleikugeln auf das mittlere Gewicht der gleich grossen eisernen Vollkugeln gebracht werden; bei Mörsern endlich bringt man die Bomben in gleicher Weise auf ihr zweifaches Nenngewicht.

Alle Projektile müssen normal und genau kalibermässig, so wie an der Oberfläche möglichst glatt und rein, an der Bleiumhüllung der Hinterladungsgeschosse unverletzt, die runden Hohlkörper mit gedrehten harten Holzstöpseln, die Langgeschosse dagegen im Mundloche mit den zugehörigen Mundlochschrauben gut verschlossen und die Granaten der Gebirgs-,

der langen bronzenen Haubitzen und der Granatkanonen des alten Materiales mit hölzernen Bodenspiegeln versehen sein. Bei den Hohlgeschossen der Hinterladungsgeschütze ist schliesslich sowohl die im Boden befindliche, als auch die Vorsteckeröffnung, wo selbe etwa noch vorkommen sollte, durch einen Kork- oder Holzpfropf fest zu verschliessen.

3. Für glatte Kanonen gehören zu jedem Geschosse, theils zur festeren Lagerung desselben, theils zur Erhöhung des Widerstandes noch zwei Strohvorschläge, welche auf die gewöhnliche Art in solcher Dicke zu binden sind, dass sie, in der Mitte gebrochen, strenge in das Rohr gehen. Bei Hinterladungskanonen sind die gewöhnlichen, vollkommen fehlerfreien und kalibermässigen Pressspahnböden anzuwenden.

4. Aus jedem Geschütze kommen so viele Schüsse oder Würfe abzugeben, als in der nachfolgenden 7. Tafel enthalten sind, wobei bemerkt wird, dass bei gezogenen Geschützen überdies ein zum Ausflammen bestimmter blinder Schuss mit der Normalladung zu geben ist.

Die 7. Tafel enthält auch noch die beim Schiessen zu nehmenden Elevationswinkel und das Gewicht der Projektile und Strohvorschläge.

7. Tafel.

Ueber die Zahl der Schüsse beim Tormentiren der Rohre.

Gattung der Geschütze.						Anzahl der Schüsse oder Würfe	Elevation von der Horizontalen in Graden	Gewicht der Pulver-Ladung Pfd.	Gewicht der Pulver-Ladung Lth.	Gewicht des Geschosses Pfd.	Gewicht des Geschosses Lth.	Gewicht des Stroh-vorschlages Pfd.
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	6	pfündige	bronzene	Feld-	Kanone	5	1	2	-	4	29 1/2	1/4
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	12	pfündige	bronzene	Feld-	Kanone	5	1	3	16	9	26 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	18	pfündige	bronzene	Feld-	Kanone	5	1	5	8	14	23 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	6	pfündige	eiserne	Vertheidigungs-	Kanone	5	1	2	-	4	29 1/2	1/4
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	12	pfündige	eiserne	Vertheidigungs-	Kanone	5	1	4	-	9	26 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	18	pfündige	eiserne	Vertheidigungs-	Kanone	5	1	6	-	14	23 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	12	pfündige	bronzene	Belagerungs-	Kanone	5	1	4	-	9	26 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	18	pfündige	bronzene	Belagerungs-	Kanone	5	1	6	-	14	23 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	24	pfündige	bronzene	Belagerungs-	Kanone	5	1	7	16	19	19 1/2	1/2
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	30	pfündige	eiserne	Granat-	Kanone	5	1	7	-	89	2	
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	12	pfündige	bronzene	Gebirgs-	Haubitze	5	6	-	16	9	26	—
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	7	pfündige	bronzene	kurze	Haubitze	5	6	1	-	20	24	—
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	7	pfündige	bronzene	lange	Haubitze	5	6	1	24	20	24	—
Glattgebohrte Rohre des alten Materiales	10	pfündige	bronzene	Batterie-	Haubitze	5	6	1	22	29	28	—

Gattung der Geschütze							Anzahl der Schüsse oder Würfe	Elevation von der Horizontalen in Graden	Gewicht: der Pulver-Ladung		Gewicht: des Geschosses		Gewicht: des Strohvorschlages
									Pfd.	Lth.	Pfd.	Lth.	Pfd.
Glattgeboh. Rohre d. alt. Materiales	6		eiserne	Köhorner-		Mörser	5	25	-	3	4	29	—
	10		bronzene	Bomben-				30	-	26	20	-	
	30							25	2	8	60	-	
	60								4	16	120	-	
	30			weittreibende					4	16	60	-	
	60		eiserne	Stein-					3	-	120	-	
Glattgebohrte Rohre des neuen Materiales	12	pfündige	bronzene	leichte Feld-		Kanone	5	1	3	16	9	26 1/2	1/2
			eiserne	leichte	Batterie		1		1	16			1/4
							1		2	16			
							3		3	16			
	24			kurze			1		3	-	19	19 1/2	1/2
							1		4	-			
							3		5	-			
				lange			1		3	-			
							1		5	-			
							3		7	-			
	48			Küsten-			1		6	-	39	5	
							1		8	-			
							1		10	-			
							3		13	-			
	7			Granat-			1		-	16	20	24	
							1		2	-			
							3		2	16			
			bronzene	lange mittlere Feld-		Haubitze	5	6	1	24			
			eiserne	kurze Batterie-			3		1	-			
	30						1		3	-	89	2	—
							1		4	-			
							3		5	-			
				lange Küsten-			1		6	-			
							1		8	-			
							1		10	-			
							3		12	-			

Gattung der Geschütze						Anzahl der Schüsse oder Würfe	Elevation von der Horizontalen in Graden	Gewicht der Pulver-Ladung Pfd.	Gewicht der Pulver-Ladung Lth.	Gewicht des Geschosses Pfd.	Gewicht des Geschosses Lth.	Gewicht des Strohvorschlages Pfd.
Glattgebohrte Rohre des neuen Materiales	7	pfündige	eiserne	Granat-	Mörser	3		-	10	20	24	
	30			Bomben-		1		1	-			
						1		1	24	60	—	
						3	65	2	8			
	60			Bomben- und Stein-		1		2	-			
						1		3	-			
						3		4	16			
				Küsten-		1		6	-	120	—	
						1		8	-			
						1	42 1/2	10	-			
						3		10	-			
Gezog. Rohre d. neuen Matrials	3		bronzene	Vorderladg.- (Bogenzug) Gebirgs-	Kanone			-	12	5	—	
	4			Vorderladg.- (Bogenzug) Feld-				-	30	7	—	
	8							1	21	13	—	
Gezog. Rohre des aufgelassenen Materiales	3			Vorderladg.- (Schiessw.) Gebirgs-			1	-	*) 11 3/8	5	15	
	4			Vorderladg.- (Schiessw.) Feld-		5		-	21 3/4	7	4	
	8							1	7 1/4	12	2	
	6			Vorderladg.- (La Hitté) Feld-				1	8	10	25	
	12							2	16	26	1 1/2	
Gezog. Roh. d. neu. Mat.	6		eiserne	Hinterladg.- Batterie-				1	2	14	—	
	12						0	1	31	30	—	
	24							3	27	55	—	

Die zu tormentirenden Rohre werden in ältere, jedoch brauchbare Laffeten und Schleifen eingelegt, in welche sie genau passen und deren Richtmaschinen- respective Räderachsen gut geschmiert sein müssen.

*) Oder die äquivalente Schiesswollladung.

Zum Zuführen der Munition und sonstigen Behelfe benützt man die vorgeschriebenen Transportmittel und beantragt nebst denselben auch die zur Bedienung der Geschütze nöthige Mannschaft.

Alle Feld- und kleineren Batteriekanonen und Haubitzen werden auf den natürlichen Boden des Tormentirplatzes, die 30pfd. Granatkanonen des älteren und die schwersten Kanonen und Haubitzen des neuen Systems, endlich alle Mörser hingegen auf ordinäre, und wenn viele der letzteren Geschütze zu tormentiren wären, auch auf Rostbettungen nebeneinander gestellt.

Die Intervalle haben dabei 10 bis 15 Schritte zu betragen. Die Munition befindet sich seitwärts des Geschützes oder hinter demselben gedeckt oder in Gefässen verpackt.

Als Schussobjekt der Kanonen dient ein auf dem Schiessplatze aus Erde aufgeworfener Kugelfänger (Tormentir-Epaulement), aus welchem die von einem früheren Beschiessen etwa darin vorhandene Eisenmunition entfernt werden muss; die Kanonen werden auf 50 Schritte Distanz senkrecht gegen diesen Kugelfänger aufgestellt, während für die Placirung aller andern Geschütze ein freier Platz von solcher Ausdehnung und Eigenschaft zu wählen ist, dass die abgeschossenen Projektile frei auslaufen und gefunden werden können.

Unmittelbar vor dem Laden überzeugt sich die Kommission von dem Zustande der Bohrungen und bei Hinterladungskanonen insbesondere von der tadellosen Gangbarkeit der Verschlussvorrichtung, worauf diese Geschütze, um sie etwas anzuwärmen, unter Anwendung der gewöhnlichen Patronen und des Pressspahnbodens ausgeflammt werden.

Das Laden der glatten Kanonen wird mit blinden Patronen vorgenommen, und auf diese, sowie auf die eingeführte Kugel je ein Strohvorschlag mittelst 3 starker Stösse angesetzt. Gezogene und Kammergeschütze ergeben gegen das gewöhnliche Laden keinen Unterschied.

Das Richten der Kanonen geschieht direkt gegen den Kugelfänger, und zwar immer auf einen anderen Punkt desselben, um das Aufeinandertreffen und Zerschellen der abgeschossenen Kugeln möglichst zu verhüten. Die anderen Geschütze richtet man auf eine in der Schusslinie aufgestellte Fahne.

Zum Abfeuern bedient man sich eigener, den Schilfrohrbrandeln ähnlicher Tormentirbrandel, welche auf ihren Muscheln bei 4''' lange Zündlichtstücke nebst einer Lehmdecke besitzen und 2 bis 3 Minuten brennen, bevor sie die Ladung entzünden. In dieser Zeit können sich die Kommissions-Mitglieder, das Bedienungspersonale und zuletzt der abfeuernde Mann entweder hinter einen seitwärts und nahe der Geschütze etablirten gedeckten Travers, oder im Falle derselbe mangelt, auf 100 bis 150 Schritte in der Schusslinie zurückziehen, um bei einem allenfalls stattfindenden Bersten der Rohre sicher zu sein. Treten keine hindernden Umstände ein, so werden die Geschütze, von einem Flügel angefangen, nacheinander abgefeuert und in dieser Weise alle für dieselben bestimmten Schüsse oder Würfe abgegeben.

Nach jeder Lage, respektive nach jedem Schusse werden die Rohre gereinigt, die Oberfläche, besonders in der Nähe der Schildzapfen, genau angesehen, um allenfalls entstandene Risse, Trennungen und Veränderungen an den zinnfleckigen Stellen, oder eine Vergrösserung der vor dem Tor-

mentiren in und ausser der Bohrung bemerkten Gruben u. dgl. zu entdecken und zu beobachten.

Den Erscheinungen am Zündlochkerne, sowie den etwa eingetretenen Beschädigungen oder Hindernissen in der Handhabung des Verschlussapparates ist eine besondere Sorgfalt zu widmen, und kommen alle neuentdeckten, oder der Zustand früher gekannter Mängel genau und schussweise in das Kommissions-Protokoll einzutragen.

Ueberhaupt bleibt es der Beurtheilung der Kommission überlassen, zu entscheiden, ob und welchen Einfluss diese Mängel auf die Schussfähigkeit des Rohres, sowie auf die Sicherheit der Bedienung nehmen, um darnach die Fortsetzung oder Einstellung des Tormentirens anzuordnen. Nach beendeter Tormentirprobe werden die Geschütze zurückgeführt, die Rohre innen und aussen, bei Hinterladungs-Kanonen auch die Verschlussvorrichtungen vollständig gereinigt und abgetrocknet; ferner auf ihre Beschaffenheit sowohl äusserlich als auch in der Bohrung geprüft, allenfallsige Bleirückstände mit dem Entbleiungs-Instrumente beseitigt und alle Erscheinungen in das Protokoll aufgenommen, worauf die von der Kommission als brauchbar anerkannten Rohre zur eventuellen Vornahme der Wasserprobe und zum Nachvisitiren in das Untersuchungslokale gelangen, während nach Zulässigkeit gleich nach dem Tormentiren die Geschosse auszugraben, gut zu reinigen und die brauchbaren von den unbrauchbaren zu sondern kommen. (Schiesswoll-Rohre wurden auf gleiche Weise tormentirt wie Bogenzug-Rohre.)

γ. Die Wasserprobe.

§. 271. Die Wasserprobe wird blos an solchen Geschützrohren vorgenommen, welche durch die Beschaffenheit der Bohrung und der Oberfläche vor oder nach dem Tormentiren einige Zweifel über deren Widerstandsfähigkeit und Ausdauer erregen. Sie besteht darin, dass man das zu untersuchende Rohr mit Wasser füllt, und dieses einem starken Drucke aussetzt, wodurch es wegen seiner geringen Zusammendrückbarkeit und sehr grossen Verschiebbarkeit durch die allenfalls vorhandenen, selbst dem bewaffneten Auge unmerkbaren Kanäle durchgepresst und beim Herausdringen sichtbar wird.

Das Zusammendrücken des Wassers im Rohre wird durch eine Pumpvorrichtung bewirkt, welche in Taf. X, Fig. 253 in der Seitenansicht und in Fig. 254 in einigen Details dargestellt ist.

Die Bestandtheile der Pumpvorrichtung sind: Die Pumpröhre *R*, der in derselben bewegbare Pumpkolben *P* sammt Spindel *S*, die Spannstange *s* mit Haken *h* und Ringen *r* und das Kettenband *K*. Die aus Bronze gegossene Pumpröhre *R* ist nach dem Bohrungsdurchmesser des zu untersuchenden Rohres gebohrt und unten mit einem mit Leder bekleideten Rande von der Grösse der Mündung versehen. Sie hat den Zweck, den Pumpkolben zu führen, um das Rohr ganz mit Wasser füllen zu können, wozu sie an der oberen Fläche zum Einstecken des Trichters durchlocht ist.

Der Pumpkolben *P* hat den Durchmesser des Rohrkalibers und besteht aus dicken, abgedrehten Lederscheiben *a a*, welche auf den unteren Theil der Spindel *S* gesteckt und durch 2 Spannscheiben *b b* zusammengepresst werden. Die Drehung der Spindel geschieht durch das vierarmige

Wendekreuz *W*, an welchem zwei Mann anzustellen sind, und damit hiebei der Pumpkolben sich nur nach gerader Richtung aus- und einschieben lasse, so hat die Spindel ein Kugelgelenke *k*, welches in den Kopf des Dornes *d* am Pumpkolben reicht, woselbst es von einem gespaltenen, mit zwei Warzen *w* versehenen Gewinde *g* umfasst und darüber zur Verbindung dieser Theile eine bronzene Mutter *m* geschraubt wird. Die eiserne, als Träger der Pumpvorrichtung dienende Spannstange *s* hat 2 Arme, mit welchen sie während des Gebrauches auf 2 Unterlagsböcken *U* ruht, und in ihrer Längenmitte ein Muttergewinde zur Aufnahme des oberen Schraubentheiles der Spindel. Die Spannstange wird mittelst zweier Spannringe *r* und Spannhaken *h* am Rohre festgehalten, wozu die letzteren in das über einen Zwilchstreifen am Rohrkopfe umgeschlagene Kettenband *K* eingehängt werden.

Zur Vornahme der Wasserprobe müssen in dem Visitirlokale vorerst die leichten Rohre auf Bockgestelle, die schweren hingegen auf Unterlagsstöckel in der aus Fig. 253 ersichtlichen Weise gelagert werden, um in die Bohrung eine hinreichende Menge Wasser giessen zu können. Nachdem das Zündloch durch einen aus hartem Holze gedrehten Pfropf verspundet und das Rohr mit Wasser angefüllt wurde, nachdem man ferner jede vermuthete zweifelhafte Stelle an der Oberfläche des Rohres durch Körnerpunkte bezeichnet und das letztere zur Vermeidung von Irrungen von dem allenfalls darauf gegossenen Wasser gereinigt hat, wird die Pumpvorrichtung, von welcher die Lederbekleidung der Pumpröhre, als auch der Pumpkolben durch mehrere Tage im Wasser geweicht worden sind, so wie es Fig. 253 versinnlicht, mit der ersteren genau an die Mündungsfläche gelegt und durch Vorschrauben der Spindel fest an das Rohr gedrückt, worauf man in die Oeffnung mittelst des Trichters noch so lange Wasser giesst, bis die Pumpröhre ganz voll ist.

Nun verschliesst man die für den Trichter bestimmte Oeffnung mit Werg und lässt den Kolben durch rasches Vorwärtsdrehen der Schraubenspindel so lange in die Pumpröhre drücken, bis das Wasser in Schaumgestalt durch den Zündlochpfropf dringt. Während des Pressens beobachtet man das Rohr aufmerksam, vorzüglich am Mittelstücke, bei bronzenen Rohren überdies in der Gegend der Zinnflecke und ganz insbesondere an den zweifelhaften Stellen, ob sich daselbst das Wasser nicht in feinen Tropfen oder gar in einem hervorspringenden Strahle zeigt.

Solche entdeckte Stellen müssten durch ringsum einzuschlagende Körnerpunkte kenntlich gemacht werden, um sie bei einer allenfallsigen späteren Wiederholung des Wasserpressens verlässlich und genau beobachten zu können. Tritt das Wasser am Umfange des Zündlochkernes hervor, so kommt derselbe zu entfernen und durch einen neuen zu ersetzen. Dasselbe müsste auch stattfinden, wenn der nach der Wasserprobe abgenommene Abdruck des Kernzapfens ein wenn auch nur geringes Zurücktreten des letzteren, oder eine untere Erweiterung des Zündlochkanales bis auf 4''' zeigen würde.

Schliesslich verdient noch bemerkt zu werden, dass die Wasserprobe stets unmittelbar dem Tormentiren folgen muss, weil sonst der im Rohre verschlagene Pulverrückstand, so wie das vom Nachvisitiren stammende Oel sehr leicht die feinen Risse und porösen Stellen des Metalles mechanisch verschliessen und das gepresste Wasser nicht durchlassen würden.

δ. Das Nachvisitiren.

§. 272. Das Nachvisitiren der Geschützrohre findet nach dem Tormentiren und der allenfalls vorgenommenen Wasserprobe Statt und erstreckt sich auf die Beobachtung aller äusseren und inneren Erscheinungen, auf die Prüfung der Bohrungserweiterung, auf die Untersuchung des Zündlochkernes und auf die kommissionelle Aufnahme und die Vergleichung aller dabei entdeckten Mängel mit jenen Gebrechen, welche man schon bei der Vorvisitirung gefunden hat.

Bei Mörserrohren muss ausserdem noch die Zurücksetzung der Schildzapfen untersucht werden, weil sich diese während der Schiessprobe gebogen haben können. Endlich ist bei Hinterladungsgeschützen auch dem Verschlussapparate die erforderliche Aufmerksamkeit zu widmen.

Bei der Beobachtung der inneren und äusseren Erscheinungen trachtet man an den auf Bockgestellen gelagerten gut gereinigten und in der Bohrung etwas angefetteten Geschützrohren theils durch Beleuchtung der Bohrung mittelst Wachskerze oder Bohrungsspiegel, theils durch Besichtigung der Aussenfläche mit freiem Auge zu erforschen, ob neue Gruben, schwammige oder poröse Stellen, und von welcher Ausdehnung, Tiefe und Lage gegen den Stossboden entstanden sind; ob sich die vor dem Tormentiren aufgenommenen Gruben erweitert oder vertieft haben, oder ob eine Vereinigung mehrerer kleiner Gruben in eine grössere stattfand, welcher Umstand erschöpfend im Protokolle zu erörtern ist, indem hievon entweder ein erneuertes Beschiessen oder eine sofortige Nichtannahme des Rohres abhängig ist; ob ferner bei bronzenen Rohren in der Bohrung und am Mündungsrande Kugelstreife, Geschossanschläge, Risse und dgl. entstanden sind, und welche Ausdehnung sie zeigen; schliesslich, ob sich die vor dem Tormentiren aufgenommenen zinnfleckigen oder sonst schadhaften Stellen am Mittelstücke, insbesondere an der Verbindung der Schildzapfen u. s. w. vergrössert, oder ob sich ganz neue verdächtige Stellen geöffnet haben.

Die wohl nur bei Bronzerohren in Folge der Weichheit der Materie mögliche Erweiterung der Bohrung wird mittelst des Sterninstrumentes oder Geschützseelenmessers untersucht und hiezu Stellen an der Mündung, im Kugellager und dort, wo neue Gruben entstanden sind, gewählt.

Von dem Zapfen des Zündlochkernes und seinem unteren Lager wird ein Wachsabdruck genommen, um daraus zu ersehen, ob eine Klaffung oder Stauung des Zapfens, und von welcher Abmessung, entstanden ist. Hiebei hat als Regel zu gelten, dass ein Nichtfestsitzen des Kernes durch ein Neuverschrauben, sowie eine allenfallsige Vorstauung desselben von mehr als $1\frac{1}{2}^{IV}$ durch ein wiederholtes Ausreiben beseitigt werden muss. Für die Rückstauung des Kernes ist eine Toleranz von 3^{IV} festgesetzt.

Bei Hinterladungsgeschützen kommt noch zu ermitteln, ob sämmtliche Theile der Verschlussvorrichtung leicht gangbar und unversehrt sind, d. h. ob der ganze Apparat intakt geblieben ist.

Alle beim Nachvisitiren vorgefundenen kleineren Mängel sind nach Thunlichkeit sofort abzustellen; kommen jedoch Rohre vor, welche wegen bedeutender Gebrechen in der Bohrung oder an der Oberfläche, vorzüglich an dem Mittelstücke u. s. w. verdächtig erscheinen, so erstattet man

hievon hohen Orts die Anzeige, und es werden derlei Rohre je nach ihren Mängeln entweder noch einmal der Tormentir- und der Wasserprobe unterworfen, oder gleich als unbrauchbar erklärt.

Beim Nachvisitiren gezogener Rohre hat man insbesondere darauf zu sehen:

1. Ob die Beschaffenheit der Bohrung im Patronenlager und in den Zügen dieselbe wie vor dem Tormentiren geblieben ist, und

2. ob der Zündlochkern irgend welche Veränderung erlitten hat.

Hierüber erhält man durch die genaue Besichtigung der Bohrung Aufschluss, wobei dieselbe, wie früher erwähnt, mittelst eines Wachskerzchens gut beleuchtet werden muss.

Haben sich in der Bohrung Gruben oder poröse Stellen geöffnet, so sind dieselben mittelst Wachs- oder Guttapercha-Abdrücken aufzunehmen, deren Dimensionen und Lage genau zu messen, und es ist der bezügliche Befund in das Visitir-Protokoll einzutragen. Ebenso hat man sich auch durch einen Zündloch-Abdruck zu überzeugen, ob und welche Veränderungen am Zündlochkern eingetreten sind.

Auch ist zu konstatiren, ob zu den bereits vorhanden gewesenen Gruben etc. keine neuen dazugetreten, oder ob mehrere früher vorhanden gewesene kleinere sich nicht zu einer grösseren vereinigt haben, oder ob an Stellen wo früher Gruben gewesen, welche durch das Ziehen hinweggefallen waren, sich nicht neue gebildet haben.

Ueber letztere Fehler ist dem k. k. Artillerie-Komité und der k. k. Arsenal-Direktion die Anzeige zu erstatten.

Die Toleranzen, welche bei dem der Beschiessprobe folgenden Nachvisitiren der Rohre zu berücksichtigen kommen, sind folgende:

Von den Gruben darf beim Tormentiren keine hervortreten, auch jene, welche vor demselben in der Bohrung aufgefunden wurden, dürfen selbst bei einem zweiten Beschiessen keine Veränderung erleiden; ebenso soll bei gezogenen Hinterladungsrohren der Laderaum sich nicht geändert haben. Die Geschossanschläge und Streife dürfen keine grössere Tiefe als 4^{IV} zeigen; über diese Grenze hinaus, liesse das Geschützrohr wegen zu geringer Härte des Metalles keine hinreichende Ausdauer bei einem anhaltenden Gebrauche erwarten.

Der Bohrungsdurchmesser darf an der Stelle des Kugellagers aus dem gleichen Grunde wie bei den Geschossanschlägen keine grössere Erweiterung als 5^{IV} über das früher daselbst gefundene Mass zeigen.

Die Zurücksetzung der Schildzapfenachse an ihren Endpunkten muss bei Kanonen unverändert bleiben, während bei Bombenmörsern eine Verringerung des vor dem Beschiessen aufgefundenen Masses um 6^{IV} (bei den weittreibenden Mörsern höchstens um $1'''$) gestattet ist.

Die kleinsten Trennungen an der Oberfläche eines jeden Rohres, welche bei der Nachvisitirung aufgefunden werden, machen endlich das Geschützrohr selbst in dem Falle verwerflich, wenn bei der Wasserprobe kein Durchdringen des Wassers zu bemerken war.

(Die Untersuchung neuer, so wie gebrauchter Schiesswoll-Rohre fand, mit ähnlichen Instrumenten und Geräthschaften und nach derselben Ordnung, in analoger Weise wie jene der Bogenzug-Geschütze statt.)

ε. Die Untersuchung und Klassifikation der gebrauchten Geschützrohre, das Wiederverschrauben derselben und das Ausreiben der Bohrungen bei gebrauchten gezogenen Rohren.

§. 273. Den vorangehenden Bemerkungen über die Untersuchung neuerzeugter Geschützrohre fügen wir noch die oben angegebenen, auf bereits gebrauchte Rohre Bezug nehmenden Betrachtungen bei. Die Besprechung des Vorganges beim Entbleien der gezogenen Hinterladungs-Rohre bleibt hiebei dem Abschnitte „Bedienung der Geschütze" vorbehalten.

Untersuchung der gebrauchten Geschützrohre mit glatter Bohrung.

§. 274. Die im Ernstgebrauche und bei Schiessübungen verwendeten Geschützrohre erleiden nach einiger Zeit entweder in Folge des eigenen oder des feindlichen Feuers Veränderungen, durch welche sie zum ferneren Dienste unbrauchbar oder in ihrer Verwendbarkeit dermassen herabgewürdigt werden, dass ihre Schussrichtigkeit abnimmt und die Bedienung gefährlich wird.

Aus diesem Grunde müssen daher alle Geschützrohre nach jedem Ernstgebrauche, also nach Feldzügen, Belagerungen und Vertheidigungen sogleich, sonst aber regelmässig alle 5 Jahre durch eine aus Artillerieofficieren bestehende Kommission untersucht und die dabei gewonnenen Resultate möglichst detaillirt in das Visitirprotokoll eingetragen werden. Auf Grund derselben folgt der Untersuchung unmittelbar die Klassifikation der Geschützrohre, ihr etwa nöthiges Wiederverschrauben oder das Ausreiben der Bohrung bei gezogenen Rohren.

§. 275. Die Untersuchung der gebrauchten glattgebohrten Geschützrohre zerfällt, wie die der neuen, in die Vorbereitungen zu derselben und in die eigentliche Untersuchung.

Die Vorbereitungen bestehen in dem Reinigen und in der genauen Aufnahme des Nationales der Rohre.

Ein wie das Andere wird wie bei neuen Geschützen bewirkt und nur noch bemerkt, dass die zu untersuchenden Rohre entweder im Freien oder unter einem geräumigen Zelte kaliberweise zu 3 bis 4 Stück zugleich auf die nebeneinander stehenden Lagerungsgestelle horizontal zu lagern sind; dass bei eisernen Rohren der Bohrungsanstrich und ein allenfallsiger Rost vollkommen beseitigt, der äussere Firnissanstrich dagegen belassen; dass der Verschluss des Zündloches mittelst des Durchschlages und Hammers entfernt und hierauf die Bohrung nochmals mit trockenem Werg ausgewischt und mittelst des Geschützbohrungsspiegels oder der Leuchtstange beleuchtet werden muss.

In Betreff des aufzunehmenden Nationales kommen nebst den bei neuen Rohren berührten Daten noch das etwa in einem anderen Masse als in Wiener Pfunden ausgedrückte Gewicht, der allenfalls vorkommende Name des Geschützrohres und die sonstigen daran befindlichen Inschriften und auffallenden Verzierungen; ferner nebst der Nummer und Gattung des Zündlochkernes auch die Anzahl der bereits stattgefundenen Verschraubungen, endlich bei fremdartigen oder solchen Rohren, welche nicht auf die bereits erwähnte Art verschraubt sind, überdies der Durchmesser des Kernes im Zollmasse anzugeben. Das Gleiche hätte auch bei jenen

Rohren zu geschehen, die mit eingegossenen Zündlochkernen versehen sind, und welch' letztere man an ihrer genau kreisrunden Begrenzung an der Oberfläche des Rohres erkennt. —

Bei den k. k. österreichischen Kanonen- und Haubitzrohren ist beiderseits des höchsten Punktes am hinteren Visirreife, oder wo derselbe mangelt, in dessen Gegend der Gussort, das Gussjahr und das Gewicht des Rohres in Wiener Pfunden eingeschlagen. Bis zum Jahre 1850 war das in Centnern und Pfunden bezeichnete Rohrgewicht zwischen den Henkeln.

Bei Mörserrohren befinden sich die genannten Bezeichnungen hinter dem Zündloche an der Abrundung des Kammerstückes.

Bei allen bis zum Jahre 1850 erzeugten Rohren findet man unter diesen Bezeichnungen auch noch den Namen des Gussmeisters.

Die Gattung und Nummer des Zündlochkernes ist neben der Muschel oder neben dem auf der Rohroberfläche verglichenen Kerne eingravirt. Die Nummer des Rohres, welche bei jedem neuen Systeme und jedem Kaliber von 1 beginnt und so lange fortgesetzt wird, als solche Rohre erzeugt werden, steht zwischen den Henkeln, bei alten Batteriekanonen zugleich auch an der Mündungsfläche, wobei bemerkt wird, dass irgend wie in Verlust gerathene Geschützrohre bezüglich der Nummer nicht ersetzt werden.

Drei Zolle vor dem Zündloche ist auf der Rohroberfläche der Buchstabe *A*, *B* oder *C* eingeschlagen, welcher die Klassifikation der Rohre hinsichtlich ihrer ferneren Verwendbarkeit ausdrückt. Bei den vor dem Jahre 1850 gegossenen Rohren wurde diese Bezeichnung am oberen Rande des Stossbodens angebracht.

Der bei vielen Rohren vorkommende Buchstabe *S* oder *L* befindet sich an der hinteren Stossbodenfläche und bedeutet den Guss in einer Sand- oder Lehmform und bei eisernen Rohren insbesondere Eisen vom 1. zum Unterschiede jenes vom 2. Gusse, welches durch einen neben dem Buchstaben eingeschlagenen breiten und tiefen Körnerpunkt .*S* oder .*L* angezeigt wird.

Die Kanonen- und Haubitzrohre des Materiales vom Jahre 1858 an haben rückwärts am Bodenstücke oberhalb der Traube eine solche Bezeichnung eingravirt, dass daraus der Kaliber und die Gattung des Rohres, bei Feldhaubitzen auch ihre Eintheilung entnommen werden kann; z. B.: 12. K. (12pfd. Kanone); 7. H. 12. B. (7pfd. Haubitze für 12pfd. Batterien); K. 24. K. (kurze 24pfd. Kanone); 7. G. K. (7pfd. Granatkanone) etc.

Bei Mörserrohren befindet sich die entsprechende Bezeichnung am Kammerstücke unterhalb des Zündloches.

§. 276. Bei der eigentlichen Untersuchung, welche sich in die der Kanonen, Haubitzen und Mörser sondert, kommt zu unterscheiden, ob sie an fremden oder an solchen eigenen Rohren vorzunehmen ist, welche im neuen Zustande nach der bestehenden Vorschrift visitirt wurden oder nicht. Um sich über ein oder das andere die Gewissheit zu verschaffen, fehlen allen Rohren, welche nicht nach der neuen Vorschrift untersucht worden sind, an den ebenen Schildzapfenflächen, dann bei Kanonen und Haubitzen auch am Traubenknopfe, bei Mörsern dagegen am Stossboden die eingeschlagenen Visitirpunkte.

Bei solchen Kanonenrohren eigener, wie auch bei allen derlei Ge-

schützen fremdländischer Abstammung kommen die innere Beschaffenheit, die Bohrungserweiterungen, die Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie, die Länge des Rohres und der Bohrung, die Metallstärken, die Durchmesser und die gegenseitige Entfernung der Visirreife, der Abstand der Schildzapfenachse von dem hinteren Visirreife nebst dem Durchmesser der Schildzapfen und die Zwischenweite der Angussscheiben, endlich die äussere Beschaffenheit zu untersuchen und aufzunehmen.

Bei den nach der bestehenden Vorschrift visitirten glatten Kanonenrohren beschränken sich die Untersuchungen blos auf die innere und äussere Beschaffenheit, auf die Seelenerweiterungen und auf die Vorsetzung der Zündlochachse.

Zur Prüfung der inneren Beschaffenheit wird bei Kanonenrohren die Bohrung beleuchtet, worauf nach einander die Abrundungsgestalt des Seelenbodens, die im letzteren oder in seiner Verbindung mit den Bohrungswänden vorkommenden Risse und Ausbröcklungen, die Klaffung des Kernzapfens, die untere Form und Weite des Zündloches, die Beschaffenheit des Patronen- und die Abmessungen des Kugellagers; der Zustand des Metalles, die Projektilanschläge gegenüber dem Kugellager und deren Anhäufung an gewissen Stellen; die durch Geschossspiegel und gesprungene Projektile entstandenen grösseren Ausrisse, die Gruben und porösen Stellen, endlich die Beschaffenheit der Mündung untersucht und aufgenommen werden.

Hiezu dienen im Allgemeinen dieselben Behelfe wie bei der gleichen Untersuchung neuer Rohre und es verdient blos bemerkt zu werden, dass der Zustand des hinteren Bohrungstheiles insbesondere bei eisernen Rohren von Wichtigkeit, und demnach auf das verlässlichste aufzunehmen ist.

Die Bohrungserweiterungen werden mit denselben Mitteln und in gleicher Weise wie bei neuen Rohren gemessen und in das Protokoll vorzüglich die Erweiterung an der Mündung, das aus sämmtlichen gefundenen Erweiterungen berechnete arithmetische Mittel und die grösste Erweiterung nebst ihrer Lage und Entfernung von der Mündung eingetragen.

Sind Bohrungsvertiefungen, die mehr oder weniger seitwärts der vertikalen Durchschnittsebene des Rohres liegen, zu messen, so bringt man sie im ersten Falle durch Drehung des Rohres nach oben oder wendet im anderen Falle das Instrument gegen sie und ermittelt ihre Tiefe durch das weitere Vortreten des Visitirstiftes gegen die etwas vor- oder rückwärts liegenden Stellen. Ist jedoch die Vertiefung so enge, dass sie das Eintreten des Visirstiftes nicht zulässt, so misst man sie mit dem Visitirhäkchen auf die bekannte Art.

Die Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie des Rohres wird wie bei neuen Rohren untersucht und hier blos ergänzt, dass man bei ausgebranntem Zündloche, in welchem die Zündlochvisitirnadel schlottert, mit der Nadel einmal möglichst nach vor-, das anderemal nach rückwärts durch den Zündlochkanal in den Zündlochkolben sticht, wodurch man auf dessen Wachsschichte zwei Eindrücke erhält, deren halber Abstand als der gesuchte Achspunkt des Zündloches mit hinreichender Verlässlichkeit angenommen werden kann.

Zur Untersuchung der Länge des Rohres ohne Traube und der Bohrung dienen bei den mannigfachen Kalibern zwei verschieden lange

Visitirlatten. Fig. 255 u. 256. Dieselben sind aus gut ausgetrocknetem Holze hinreichend stark erzeugt, auf allen Seiten rechtwinklig und geradlinig abgehobelt und von der aus den angeführten Figuren zu entnehmenden Gestalt. Die Länge und Breite, so wie die Abrundung an einem Ende der Visitirlatten wurde so angeordnet, um damit einerseits die Länge der zu untersuchenden Geschützrohre messen, anderseits um sie bis zum tiefsten Punkte jeder am Boden wie immer abgerundeten Bohrung leicht einführen zu können.

Die Breitenflächen der Latten sind mit Papier überzogen und darauf, wie aus den Figuren ersichtlich, alle auf die Untersuchung Bezug nehmenden Masse und Eintheilungen aufgetragen und beschrieben. Der besseren Konservirung wegen werden die Latten schliesslich mit einem Firnissüberzuge versehen.

Zur Prüfung der Rohrlänge ohne Traube wird die dem Kaliber entsprechende Visitirlatte mit der Kante des gerade abgeschnittenen Endes über die höchsten Punkte des hinteren Visirreifes und des auf dem vorderen Visirreife aufgesetzten Kernes oder des Vergleichungsaufsatzes gelegt und mit einem an die Mündungsfläche gehaltenen Lineale das gefundene Mass auf die Visitirlatte reducirt.

Das Messen der Bohrungslänge geschieht dagegen, indem man die Visitirlatte mit dem abgerundeten Ende in einer zur Seellinie parallelen Richtung gegen den Boden der Bohrung andrückt und an der Mündung das Mass ermittelt, um welches die Latte in die Seele einreicht. Die Differenz der beiden erhaltenen Masse gibt die gleichfalls zu prüfende Stärke des Stossbodens. Um die Metallstärken zu prüfen, wird vorerst an denselben Stellen wie bei neuerzeugten Rohren der Durchmesser mittelst des Tasterzirkels bestimmt und mit dem auf der Visitirlatte aufgetragenen verglichen. Aus diesem, so wie aus dem durch die vorangegangene Untersuchung bekannten Durchmesser der Bohrung lässt sich nun die Metallstärke auf die bekannte Art ermitteln.

Um verlässliche Resultate zu erzielen, muss man bei dem Gebrauche des Tasterzirkels auf das starke Federn seiner Schenkel die gebührende Rücksicht nehmen und verfährt am besten, wenn man die Schenkel anfangs mit einigem Spielraum an die zu untersuchende Stelle des Rohrkörpers stellt und diesen Spielraum durch allmälige Näherung der Schenkel aufhebt, wozu einer der letzteren mit einer Mikrometerschraube versehen ist.

Die Durchmesser der Visirreife werden mit dem Tasterzirkel an den grössten Kreisen derselben gemessen, weil von beiden die Kernhöhe, von dem hinteren überdies die daselbst nöthige Zwischenweite der Laffetenwände abhängt. Um bei den mit einem vorderen Visiraufsatze versehenen Kanonenrohren die Kernhöhe zu erhalten, ermittelt man mit einer gewöhnlichen Schublehre die Metallstärke über dem Visiraufsatze, vermehrt sie um den Bohrungshalbmesser und zieht das erhaltene Mass von dem Halbmesser des hinteren Visirreifes ab.

Die Entfernung der beiden Visirreife findet man durch einen ähnlichen Vorgang wie bei der Untersuchung der Rohrlänge ohne Traube.

Aus dem Durchmesser und der Entfernung der beiden Visirkreise werden hierauf der Kernwinkel und die Kernhöhe berechnet, mit den vorgeschriebenen Massen verglichen und allenfallsige Abweichungen im Protokolle vorgemerkt.

Um den Abstand der Schildzapfenachse vom hinteren Visirreife zu bestimmen, wird die Visitirlatte mit ihrem gerade abgeschnittenen Ende an die hintere Schildzapfenfläche und mit ihrer schmalen Kante an den hinteren Visirreif derart angelegt, dass sie parallel zur Rohr- und in gleicher Höhe mit der Schildzapfenachse liege, hierauf der Abstand an der Visitirlatte abgelesen und um den Halbmesser des Schildzapfens vermehrt.

Die Durchmesser der Schildzapfen und die Zwischenweite der Angussscheiben misst man mit dem Tasterzirkel, wobei zu beachten ist, dass die Angussweite sowohl vor- als hinter den Schildzapfen zu nehmen und bei etwa ungleichen Massen das grössere in das Visitirprotokoll einzutragen kommt, und dass grosse Rohre, bei welchen der Tasterzirkel nicht genügend hinabreicht, mit den Henkeln nach abwärts gewendet werden müssen.

Bei der Aufnahme der äusseren Beschaffenheit werden an der Oberfläche alle bemerkenswerthen, durch Projektile oder auf eine andere Weise entstandenen Beschädigungen, besonders an den höchsten Stellen zum Visiren dienenden Rohrbestandtheile, so wie alle sichtbaren, selbst noch so feinen Sprünge, wie selbe manchmal am Mittelstücke zunächst der Henkel und Angussscheiben vorkommen, untersucht.

Ausser diesen Gebrechen können auch noch vorzugsweise bei alten Geschützrohren jene Verunreinigungen vorgemerkt werden, welche durch bedeutende Gussgruben, poröse Stellen, Gussflecke u. dgl. entstehen. Endlich ist dem Festsitzen des Zündlochkernes nachzusehen und dessen Nummer und Durchmesser, so wie die mittelst eines Handzirkels abgenommene obere Zündlochweite anzugeben.

§. 277. Die Untersuchung der Haubiztrohre geschieht in ähnlicher Art wie bei Kanonen, wobei nur noch auf die Beschaffenheit des Randes und eine allenfallsige Abweichung des horizontalen und vertikalen Durchmessers der Kammer Rücksicht zu nehmen ist.

§. 278. Bei der Untersuchung der eigenen Mörserrohre, welche sich nicht nach der neuen Vorschrift untersucht zeigen, so wie bei fremden Mörsern werden ihre innere und äussere Beschaffenheit, die Bohrungserweiterungen, die Gestalt, Tiefe und der Durchmesser der Kammer, die Vorsetzung des Zündloches auf der Seellinie, die Länge des Rohres und der Bohrung, die Metallstärken, der Abstand der Schildzapfenachse von der Mündungsfläche, der Durchmesser der Schildzapfen und die Zwischenweite der Angussscheiben, bei den im neuen Zustande visitirten Mörsern hingegen blos die innere und äussere Beschaffenheit derselben, die Erweiterungen der Bohrung, die Gestalt und Abmessungen der Kammer, schliesslich die Vorsetzung der Zündlochachse untersucht und aufgenommen.

Die Untersuchungen geschehen der Hauptsache nach so, wie bei Kanonen- und Haubitzrohren, wobei insbesondere noch Folgendes zu beachten kommt:

Bei der Aufnahme der inneren Beschaffenheit ist die Tiefe und Erstreckung des Bombenlagers, die Ausbröcklung des Metalles am Kammerrande und die Vortreibung desselben an der Mündungsfläche wesentlich zu berücksichtigen.

Die Bohrungserweiterungen, von welchen vorzüglich die grösste mit Ausschluss der Wölbung in Betracht zu ziehen kommt, werden mit dem Geschützbohrungsmesser untersucht, welcher aus Ursache der hier mangelnden Bohrungssättel mit besonderer Aufmerksamkeit in die Bohrung zu

schieben und in der Mitte zu halten ist. Steht aber kein Geschützbohrungsmesser zu Gebote, so tritt bei dem Messen an der Mündung die Schublehre und an den tiefer liegenden Punkten des Fluges ein einfaches hölzernes Sperrmass an dessen Stelle. Den Durchmesser der Kammer ermittelt man in diesem Falle mit einem Handzirkel.

Von der Kammer wird überdies noch die Gestalt angegeben und ihre Tiefe durch ein Sperrmass gemessen, welches an dem Rande der Kammer senkrecht auf die in selbe eingeführte Visitirlatte anzulegen kommt.

Die zur Bestimmung der Metallstärken nothwendigen äusseren Durchmesser werden bei grossen Mörsern, bei denen der Tasterzirkel nicht mehr ausreicht, mittelst der Visitirlatte und zweier grossen Parallels, welche an die erstere angehalten, gleichsam eine Schublehre bilden, ermittelt. Bei jenen Mörsern hingegen, die ihrer weiten Bohrung wegen das Eintreten des gekrümmten Tasterzirkels gestatten, kann man die Metallstärke hinter dem Kopfe auch ganz einfach mit demselben bestimmen.

Untersuchung der gebrauchten Geschützrohre mit gezogener Bohrung.

§. 279. Die Untersuchung der gebrauchten gezogenen Geschützrohre und die Vorbereitungen hiezu werden im Allgemeinen nach denselben Vorschriften vorgenommen, welche in den §§. 274—276 für glatte Rohre angeführt sind; es werden daher in dem Nachstehenden nur diejenigen Instrumente und Verrichtungen angegeben, welche durch die eigenthümliche Konstruktion der gezogenen Rohre bedingt werden, und welche von den bei glatten Rohren üblichen abweichen.

In den am Schlusse der §§. 266 und 269 angehängten Tafeln 5 und 6 sind die wesentlichsten Abmessungen und Gewichte der gezogenen Feld- und Gebirgskanonen v. J. 1863, dann der Hinterladungskanonen-Rohre v. J. 1861 verzeichnet.

Die Visireinrichtungen der gebrauchten gezogenen Rohre werden wie bei neuerzeugten Rohren derselben Art untersucht.

Die 4- und 8pfd. gezog. Feldkanonen-Rohre sind mit dem Kerne Nr. 1 *C. C.* lit. *A.*; die 3pfd. Gebirgskanonen-Rohre mit dem Kerne Nr. 1 *C. C.* lit. *a.* verschraubt. Von den Hinterladungskanonen-Rohren ist von den in Wien erzeugten Rohren eine sehr geringe Anzahl, — von den in Mariazell erzeugten hingegen, eine grössere Anzahl mit kupfernen Stollen versehen; alle übrigen sind mit dem Kerne Nr. 1 *C. C.* lit. *B* verschraubt.

Der Bohrungsdurchmesser wird bei 4- und 8pfd. Feldkanonen-Rohren in dem glatten Theile des Patronenlagers und bei 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungskanonen-Rohren in allen Theilen der Bohrung mit dem Geschütz-Bohrungsmesser gemessen.

Beim 3pfd. Gebirgskanonen-Rohr ist das Messen des glatten Theiles des Patronenlagers mit dem Bohrungsmesser nicht zulässig, indem dieses Instrument nicht in dessen Bohrung eingeführt werden kann, hingegen kann das Stern-Instrument, ohne dass es nöthig wäre hiefür eigene Sternstifte zu konstruiren, zu diesem Zwecke dann benützt werden, wenn die Erweiterung dieses Bohrungstheiles 3^{IV} übersteigt, was bei Rohren, welche bereits dem Schiessgebrauche unterzogen wurden, zumeist der Fall sein wird. Das mit den vorhandenen 3pfd. Sternstiften versehene Instrument

gibt nämlich das Mass von 2″ 10‴ an, demnach ein um 3^IV grösseres Mass, als der normale Bohrungsdurchmesser (2″ 9‴ 9^IV) des glatten Theiles des 3pfd. gezog. Gebirgskanonen-Rohres beträgt. Würde es sich beim Messen herausstellen, dass das mit den Sternstiften versehene Instrument sich noch nicht in den glatten Bohrungstheil einführen lasse, so wäre dies ein Zeichen, dass dessen Erweiterung noch nicht über 3^IV beträgt, dass demnach dessen Zustand dem normalen sehr nahe liegt.

Zum Messen der Bohrung wird der Bohrungsmesser, u. z. beim 4-Pfdr. mit dem 3pfd., beim 8-Pfdr. mit dem 6pfd. gewöhnlichen Schuberkopf-Träger — und bei den 6-, 12- und 24pfd. Hinterladungskanonen-Rohren mit eigenen stählernen Führungsscheiben armirt, deren Einrichtung vorangehend erwähnt wurde. Hiezu genügen die schon vorhandenen Visitirstifte, u. z. sind zu gebrauchen:

Für den Bogenzug-4-Pfdr. der 3pfd., — für den 8-Pfdr. der 6pfd., — für den La Hitté-6-Pfdr. der 6pfd., — für den 12-Pfdr. der 12pfd., — für den Hinterladungs-6-Pfdr. der 6pfd., — für den 12-Pfdr. der 12pfd. und für den 24-Pfdr. der 24pfd. Visitirstift.

Die Zusammensetzung und der Gebrauch des Geschützbohrungsmessers und des Sterninstrumentes sind bereits in den §§. 252-254 angegeben.

Die gezogene Bohrung der Feldgeschütze wird mit dem Drallmesser, Fig. 243—247, untersucht, dessen Einrichtung und Gebrauch in den §§. 265—266 besprochen wurde.

Um die bei den gebrauchten Feld- und Gebirgskanonen-Rohren gewöhnlich im Geschosslager, bei den Hinterladungskanonen-Rohren im rückwärtigen Theile des Patronenlagers entstehenden porösen und grubenartigen Ausbrennungen, sowohl der Form als der Grösse nach, auf das Genaueste aufnehmen zu können, werden von derlei Stellen Guttapercha-Abdrücke aufgenommen, wozu bei ersteren der in Fig. 238 *a* abgebildete, bei letzteren die bereits schon seit früher eingeführten neuartigen 6-, 12- und 24pfd. Zündloch-Abdruckkolben zu benützen sind.

Ehe die Visitirung der gezogenen Rohre beginnt, müssen diese früher auf das sorgfältigste gereinigt werden. Als Reinigungsmittel ist jedoch nicht Wellsand, wie bei glatten Rohren, sondern Kohlenpulver zu gebrauchen. Der Vorgang hierbei ist folgender: Ein kalibermässiger, bereits gebrauchter Wischer wird derart mit Werg umwickelt, und dieses mit Spagat festgebunden, dass der damit versehene Wischer ohne Anstrengung in die Bohrung des zu reinigenden Rohres gebracht werden kann.

Der so hergerichtete Wischer wird nun mässig mit Wasser befeuchtet, hierauf ringsum stark mit Kohlenpulver bestreut, in die betreffende Bohrung eingeführt, und das Reinigen durch 2 Mann auf die bekannte Weise so lange fortgesetzt, bis die gezogene Bohrung und der Ladungsraum vollständig rein hergestellt worden sind. Selbstverständlich ist das Anfeuchten und Bestreuen des Wischers nach Bedarf zu wiederholen.

Ist die Bohrung genügend mit Kohlenpulver geputzt worden, so werden die Kohlenüberreste mit trockenem Werg und Abwischhadern entfernt.

Ebenso sind das Querloch und die Verschlussvorrichtung bei Anwendung von Wasser und Kohlenpulver mittelst Bürsten zu reinigen und auf die vorangeführte Weise zu trocknen.

Ein Feld- oder Gebirgskanonen-Rohr kann in der Regel in 10 bis

20 — ein Hinterladungskanonen-Rohr in 20 bis 30 Minuten durch 2 Mann rein geputzt werden.

Die Bohrung eines Feldkanonen-Rohres ist als rein geputzt anzusehen, wenn alle Stellen desselben, mit Ausnahme jener des gezogenen Theiles (den Führungsflächen), an welchen das Geschoss mit seinem Mantel (bei La Hitté-Rohren, Warzen) schleift, den natürlichen Glanz neuer Bronze erhalten haben.

Nur an den vorerwähnten Stellen dürfen die zinkgrauen Streifen sichtbar bleiben, da deren Beseitigung nicht nöthig und auch kaum, ohne die übrigen Theile der gezogenen Bohrung zu alteriren, erfolgen könnte.

Die Bohrungen des Hinterladungskanonen-Rohres sind als gereinigt zu betrachten, wenn der ganze gezogene Theil derselben, dann der Ladungsraum und das Querloch den natürlichen grauweisen Glanz des Eisens erhalten haben, den derlei Rohre im neuen Zustande aufweisen. In der Bohrung darf keine Spur von Rostflecken bemerkbar sein. Gleiches hat von den Verschluss-Apparaten zu gelten. Ebenso müssen die Zündlöcher mit der Zündlochbürste gut gereinigt werden.

Würde es sich zeigen, dass die der Untersuchung zu unterziehenden Hinterladungskanonen-Rohre in ihrer Bohrung verbleit wären, so sind dieselben vor der Untersuchung vollständig zu entbleien. Auf die hiezu nöthigen Mittel und den hierbei zu beobachtenden Vorgang kommen wir in dem Abschnitte „Bedienung des Geschützes“ zurück.

§. 280. Sind die Rohre vollständig gereinigt, so beginnt die Aufnahme der Bohrungs-Beschaffenheit, was im Allgemeinen nach den für die Untersuchung der Bohrungsbeschaffenheit neuer Rohre aufgestellten Grundsätzen geschieht. Speciell hat man den Hauptgebrechen, welche die Bohrungen gebrauchter gezogener Rohre aufweisen, die vollste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Diese sind:

a) Bei Feld- und Gebirgskanonen-Rohren.

1. Poröse, grubenartige Ausbrennungen im Geschosslager, welche gewöhnlich dort am grössten sich zeigen, wo das Geschoss mit seinem ogivalen Theile zu liegen kommt.

2. Schrotanschläge und Schrotstreifen

3. In seltenen Fällen, Beschädigungen der Züge durch zerschellte Geschosse oder losgelöste Geschossmäntel (bei La Hitté-Rohren überdies die Abnützung der Führungsflächen der Züge durch die Führungsseiten der Geschosswarzen).

b) Bei Hinterladungskanonen-Rohren.

1. Poröse, grubenartige Ausbrennungen im Patronenlager, welche an der Stelle, wo der Pressspahnboden beim Schusse sich befindet, stets am grössten hervortreten.

2. Schwache Schrotanschläge und Schrotstreifen.

3. In seltenen Fällen, Beschädigungen der Züge und Felder durch zerschellte Geschosse.

Die in 1. und 3. angeführten Beschädigungen müssen ihrer Lage und der Grösse ihrer Ausdehnung nach, klar und deutlich beschrieben werden, sollten dieselben sich als beträchtlich erweisen, so sind sie durch Wachs- und Guttapercha-Abdrücke aufzunehmen, diese in natürlicher Grösse abzuzeichnen und dem Untersuchungs-Protokolle beizulegen.

Das Herstellen eines Guttapercha-Abdruckes geschieht, wie oben erwähnt, bei den Feld- und Gebirgskanonen-Rohren mit Zuhilfenahme des in Fig. 238 *a* dargestellten und bei den Hinterladungskanonen-Rohren mit jenem des bereits schon früher eingeführten neuartigen kalibermässigen 6-, 12- und 24pfd. Zündloch-Abdruckkolbens.

Zum Abdrucknehmen muss das Kanonenrohr entweder auf einem Kanter oder auf einem Bock so gelagert werden, dass der beschädigte Theil der Bohrung nach aufwärts zu liegen kommt. Der Obertheil des Abdruckkolbens wird mit so viel Abdruckwachs belegt, dass derselbe sich mit beiläufig 2 bis 3''' Spielraum in die Bohrung einführen lasse, ferner wird ein angemessen grosses Stück von Guttapercha, welche schon früher in heisses Wasser gelegt worden war, und welche bereits knet- und walgbar sein muss, genommen, auf ein mit Wasser angefeuchtetes Auswalgbrettchen gebracht und mit dem angefeuchteten Walger in einen dem Ausschnitte des Brettchens gleich langen und breiten, dann 1 bis 2''' dicken Streifen geformt. Der so gebildete Guttaperchastreifen wird nun schnell über das auf den Kolben bereits aufgelegte und mit etwas Baumöl überzogene Wachs ausgebreitet und ebenfalls leicht mit Oel überstrichen. Hierauf wird der Kolben in die Bohrung bis zu der betreffenden Stelle eingeführt, und der Abdruck durch Unterschieben des Untertheiles des Kolbens auf die bekannte Art abgenommen.

Damit der Obertheil des Abdruckkolbens an der abzudrückenden Stelle seine Lage während des Abdrückens unverändert beibehalten könne, ist die Entfernung dieser Stelle entweder von der Mündung, oder bei Hinterladungs-Rohren auch von der Bodenfläche aus zu messen, dieses Mass auf den Abdruckkolben zu übertragen, respektive auf der Kolbenstange zu bezeichnen.

An der bezeichneten Stelle ist sodann ein eiserner Schuber zu befestigen, durch dessen Anbringen das Einwärtsweichen des Kolbens während des Abdrückens vollständig vermieden wird.

Sind mehrere beschädigte Stellen abzudrücken, so muss das Rohr bei jedesmaligem Aufnehmen derselben neuerdings derart gelagert und gerichtet werden, dass die abzudrückende Stelle nach oben zu gekehrt ist, und so der Abdruck wie früher angeführt, abgenommen werden kann.

Auf ähnliche Weise können daher alle im Geschoss- und Patronenlager, dann in den gezogenen Theilen der Bohrung vorkommenden grösseren Beschädigungen bildlich dargestellt werden.

Ebenso können auch die Gestalt der Zündlöcher und die allenfalls vorkommenden Kernzapfen-Klaffungen durch Guttapercha-Abdrücke viel genauer und reiner abgenommen werden, als mit Wachs.

Alle diese Abdrücke sind mit den betreffenden Nummern des Rohres und des Zuges, welchem sie zunächst liegen, zu versehen, vom Kolben behutsam abzulösen oder loszuschneiden und der Reihe nach, mit Bezeichnung der Entfernung der Stelle von der Mündung oder vom Boden, an welcher sie aufgenommen worden waren, auf ein Brett zu schlichten. Erst nach gänzlich beendigter Arbeit kann das Abtragen und Abzeichnen der Abdrücke mit aller Genauigkeit vorgenommen werden.

Sollten an den Abdrücken besondere, auffallende Erscheinungen wahrzunehmen sein, so sind erstere mit dem betreffenden Protokolle dem Artillerie-Komité vorzulegen.

§. 281. Den vorangegangenen Arbeiten folgt die **Untersuchung der Bohrungserweiterung**.

Die Instrumente, welche zum Messen der Bohrungsdurchmesser im glatten Theile der Bohrung bei den Feld- und Gebirgskanonen-Rohren, dann in allen Bohrungstheilen bei den Hinterladungskanonen-Rohren zu verwenden sind, wurden bereits angegeben. Die Einrichtung und der Gebrauch dieser Instrumente wird daher hier als bekannt vorausgesetzt.

Bei 3pfd. Gebirgs-, dann bei 4- und 8pfd. Feldkanonen-Rohren dient zum Messen der Bohrungserweiterung im gezogenen Theile, der zur Verificirung des Dralles und der Bohrungsdurchmesser neuer Rohre eingeführte Drallmesser, dessen Bestandtheile im §. 266 angegeben wurden.

Bei der Ermittlung der Erweiterung der Züge wird auf nachstehende Art vorgegangen.

Man schiebt die Stange des Drallmessers mit aufgesetzter Führungsscheibe möglichst central einige Zoll tief in die Bohrung ein, und sieht nach, ob die Bogenzüge ihrer Gestalt nach keinerlei Abweichung zeigen; sodann bringt man die Gradscheibe so in die Mündung ein, dass sie darin festsitzt, worauf die Untersuchung der Tiefe der Züge von Schuh zu Schuh vorzunehmen ist. Zu diesem Zwecke führt man die Stange, unter beständigem leichten Drucke nach links, bis auf 1 Schuh in die Bohrung ein, notirt die Anzahl Grade, welche der Pfeilstrich der Zeigerscheibe deutet, dreht sodann die Stange gegen rechts, bis die Führungsscheibe feststeht, und bemerkt abermals die Anzahl Grade, um welche der Pfeilstrich weiter gerückt ist.

Da nun die Breite eines Zuges bei der 3- u. 4pfd. Kanone 60, bei der 8pfd. Kanone 45 Grade, d. i. den sechsten, respektive achten Theil des Bohrungskreises beträgt; da ferner die Zugtiefe beim 3-Pfdr. 18, beim 4- u. 8-Pfdr. 24^{IV} beträgt, so nimmt die Tiefe der Bogenzüge auf 1 Grad gegen rechts zu ab, u. z. beim 3-Pfdr. um $^{18}/_{60} = 0{\cdot}3^{IV}$, beim 4-Pfdr. um $^{24}/_{60} = 0{\cdot}4^{IV}$ und beim 8-Pfdr. um $^{24}/_{45} = 0{\cdot}53^{IV}$.

Man braucht demnach die durch die Rechtsdrehung erhaltene Anzahl Grade nur mit den obenangeführten Decimaltheilen von Punkten zu multipliciren, um die halbe Bohrungserweiterung in Punkten zu erhalten.

Liesse sich z. B. die Führungsscheibe bei allen 3 Kalibern um 5 Grade rechts wenden, so würde die Vergrösserung des Halbmessers an der betreffenden Stelle beim 3-Pfdr. $0{\cdot}3 \times 5 = 1\,^1/_2{}^{IV}$, beim 4-Pfdr. $0{\cdot}4 \times 5 = 2^{IV}$ und beim 8-Pfdr. $0{\cdot}53 \times 5 = 2\,^1/_2{}^{IV}$, demnach die Bohrungserweiterung doppelt so viel betragen.

Bei La Hitte-Rohren ist diese Untersuchung, nach den oben und im §. 265 gemachten Bemerkungen, von selbst verständlich.

§. 282. Was die **Untersuchung der Verschlussvorrichtung** bei den Hinterladungs-Rohren betrifft, so wird die äussere Beschaffenheit der Verschlussvorrichtung durch genaue Besichtigung derselben aufgenommen; die Dimensionen der einzelnen Bestandtheile werden mit der Schublehre, mit Massstab und Zirkel geprüft, und es ist hierbei hauptsächlich der Durchmesser des Kolbenkopfes genauestens zu ermitteln, und dessen Spielung im zweiten Cylinder in den Geschützuntersuchungs-Kommissions-Protokollen anzugeben. Im Uebrigen verweisen wir auf die Untersuchung des Verschluss-Apparates neuerzeugter Rohre.

Die Klassifikation der Geschützrohre.

§. 283. Die Klassifikation der Rohre hat den Zweck, den Grad ihrer Verwendbarkeit zu bestimmen.

Obschon die Vorschriften darüber bei bronzenen und bei eisernen Geschützrohren mit glatten Bohrungen verschieden sind, so werden doch alle Rohre je nach ihrer durch den Untersuchungsbefund bedingten Brauchbarkeit in drei mit den Buchstaben *A*, *B*, *C*, bezeichnete und benannte Klassen dergestalt geschieden, dass in die Klasse *A* die brauchbarsten, in die Klasse *B* die minder verwendbaren und in die Klasse *C* die unbrauchbaren Geschützrohre fallen. Soll ein Rohr aus irgend einer Ursache in eine andere Klasse übersetzt werden, so wird der auf demselben eingeschlagene Klassenbuchstabe verhämmert, und durch den entsprechenden neuen ersetzt.

Bei bronzenen Geschützrohren ist deren Brauchbarkeit und folgerecht die Klassificirung abhängig von der mittleren und grössten Bohrungs- und Kammererweiterung, von der Grösse und Zahl der besonders im hinteren Bohrungstheile befindlichen Gruben, von der Grösse des Kugellagers und von der sonstigen Bohrungsbeschaffenheit, endlich von der Erweiterung des Zündloches und der Klaffung des Kernzapfens, in soferne letztere das Wiederverschrauben nicht mehr gestattet.

Bezüglich der Bohrungs- und Kammererweiterungen, welche in der einen oder andern Klasse nicht überschritten werden dürfen, wird bemerkt, dass sie durch die Klassificirungsinstruktion bei den mannigfaltigen Kalibern normirt sind und dass sich mit Ausschluss derselben demgemäss folgende Klassifikation der bronzenen Rohre ergibt.

In die Klasse *A* gehören die brauchbarsten Rohre, welche noch wenigstens 1000 Schüsse oder Würfe mit Sicherheit und Verlässlichkeit auszuhalten vermögen. Solche Rohre müssen also eine möglichst unbeschädigte Bohrung haben und die darin allenfalls vorkommenden Projektilanschläge und sonstigen Vertiefungen dürfen weder die genügende Ausdauer der Rohre, noch die Sicherheit der Bedienung und die Richtigkeit der Schüsse beeinträchtigen. Die Zündlöcher dürfen unten nicht über 4‴ ausgebrannt sein und die Feldgeschützrohre keine, die Batteriegeschütze aber eine höchstens 2^{IV} betragende Klaffung des Kernzapfens haben, widrigenfalls das Rohr verschraubt werden müsste.

Haubitzrohre mit ziemlich ausgebranntem Rande und bedeutender Erweiterung der Kammer nach horizontaler und vertikaler Richtung können in die Klasse *A* nicht mehr eingereiht werden.

Bei den Mörserrohren dürfen in der Kammer und Wölbung keine Gruben und Risse, am Kammer- und Mündungsrande keine Ausbröcklungen und Auftreibungen des Metalles, endlich keine bedeutenden Bombenlager vorhanden sein.

Aus dieser Klasse werden die Geschütze zum Feldgebrauche, zum Belagerungsdienste und zur Dotation grosser Festungen, dann aber auch solche gewählt, welche bei Friedensübungen zum Scheibenschiessen, Rikoschetiren, Granaten- und Bombenwerfen u. dgl. zu verwenden kommen; doch sollen zu den letzteren Zwecken hauptsächlich nur solche Rohre gewählt werden, deren mittlere und grösste Bohrungserweiterung schon nahe die für diese Klasse bestehende Grenze erreicht hat und die ferner ein

baldiges Verschrauben benöthigen, um sie nach demselben, wenn anders sie die für die Klasse *A* erforderlichen Eigenschaften noch besitzen, als Ausrüstungsgeschütze für den Ernstgebrauch depositiren zu können.

In die Klasse *B* kommen alle zwar noch brauchbaren Rohre, welche jedoch in die vorhergehende Klasse nicht mehr eingereiht werden durften. Die Zündlocherweiterung darf unten 6''', und die Kernzapfenklaffung 6^{IV} nicht überschreiten. Bei Haubitzrohren insbesondere kann die Kammer unregelmässig und bis 1 ½''' erweitert, so wie der Rand derselben ziemlich ausgebröckelt sein; ebenso dürfen Mörserrohre zwar Beschädigungen in der Kammer, Wölbung, dem Fluge und an der Mündung haben, jedoch müssen sie noch in solchen Grenzen liegen, dass aus solchen Geschützen wenigstens noch 500 Würfe mit Sicherheit gemacht werden können.

Die Geschützrohre dieser Klasse eignen sich nicht mehr zu Belagerungsausrüstungen, wohl aber zum Vertheidigungsdienste fester Plätze, vorzüglich für solche Verwendungen, welche den andauernden Gebrauch der vollen Ladungen ausschliessen und ein mässiges Feuer gestatten. Aus dieser Klasse werden ferner die zur Ausführung aller anderen, bei der Klasse *A* nicht angeführten Schiessübungen, so wie die zum Exerciren nothwendigen Geschütze genommen.

In die Klasse *C* gehören alle zum Ernstgebrauche untauglichen Rohre, mithin solche, welche an ihrer Oberfläche selbst noch so kleine Risse oder Sprünge, oder in der Bohrung gefährliche Gruben zeigen; ferner solche, welche das Verschrauben benöthigen, ohne dass es mehr zulässig ist, oder wo die Zündlochachse eine so fehlerhafte Richtung hätte, dass diese durch das Verschrauben nicht zu verbessern sei; endlich Rohre, deren Angussweite um mehr als 2 und der Durchmesser der Schildzapfen um 1''' zu gross ist, vorausgesetzt, dass sich diese Abmessungen nicht auf das normale Mass bringen lassen.

Von den Mörserrohren gehören in die Klasse *C* alle jene, welche wegen starker Beschädigungen der Kammer nicht mehr verschraubt werden können, welche ferner in der Bohrung viele und tiefe Gruben, besonders aber Risse und Sprünge, äusserlich aber gebogene Schildzapfen und vom Rohrkörper losgetrennte Angussscheiben zeigen; endlich bei welchen das Metall am Rande der Mündung stark aufgetrieben, oder wo letztere beträchtlich oval ist.

Die Geschützrohre der Klasse *C* werden kassirt, d. h. für den Kriegsgebrauch ausser Stand gesetzt und nur in dem Falle, als die Klasse *B* nicht genug Exercirgeschütze liefern sollte, auch aushilfsweise zum Exerciren verwendet, wobei jedoch zu beachten ist, dass aus denselben weder blind noch scharf geschossen werden darf.

Alle kassirten bronzenen Rohre werden als Bruchmetall in das k. k. Arsenal zu Wien zum Umgusse eingezogen.

Bei eisernen Geschützrohren kann das Mass der Bohrungserweiterung, da diese selbst nach einem langen Gebrauche der Geschütze nur unbedeutend ist, in der Regel nicht als Basis für die Klassifikation dienen; allein man weiss nach den bei allen Artillerien gemachten Erfahrungen, dass eiserne Geschützrohre, je nach der Beschaffenheit des Eisens eine gewisse innerhalb ziemlich weiter Grenzen liegende Anzahl von Schüssen aushalten und dann bei einem Schusse zerspringen, ohne dass dieser Akt aus vollkommen bestimmten Merkmalen in vorhinein erwartet werden

konnte. So z. B. können die in Wien und seit 1840 auch in Mariazell erzeugten eisernen Geschützrohre vom 2. Gusse sicher 2000 bis 2500 scharfe Schüsse aushalten und wenn auch über die in Mariazell vor dem Jahre 1840 gegossenen eisernen Geschützrohre vom 1. Gusse die hinlänglichen Erfahrungsdaten mangeln, so kann man doch als bestimmt annehmen, dass die Schussanzahl jedenfalls geringer sein wird, als bei Rohren vom 2. Gusse. Von den fremdländischen eisernen Geschützrohren ist schliesslich bekannt, dass sie sehr häufig nicht 800 scharfe Schüsse auszuhalten vermögen. Da nun die Anzahl der aus einem Rohre bereits gemachten Schüsse bei unseren Geschützen nie, wohl aber erfahrungsgemäss bekannt ist, dass aus einem in vorgeschriebener Weise verschraubten Geschützrohre ungefähr 1000 bis 1200 scharfe Schüsse gegeben werden können, bevor ein Ersatz des Kernes nothwendig wird; so legt man bei der Klassifikation eiserner Rohre statt der Anzahl der daraus bereits gemachten Schüsse jene der stattgefundenen Verschraubungen zu Grunde, und reiht im Allgemeinen in die Klasse *A* die einmal, und in die Klasse *B* die zweimal verschraubten Rohre ein.

Ein anderes Kennzeichen für die Abnahme der Ausdauer eiserner Rohre sind die Sprünge, welche sich nach einer gewissen Anzahl von Schüssen, vom Kernzapfen aus, hauptsächlich an der Kante der Abrundung des Seelenbodens, aber auch nach der Richtung der Rohrachse gegen die Mündung zu bilden beginnen, und deren Dimensionen mit der Schussanzahl wachsen. Aus dem Gesagten ergibt sich für eiserne Rohre folgende Klassifikationsnorm:

In die Klasse *A* werden alle noch unverschraubten und sonst fehlerfreien Rohre vom ersten und alle nur einmal verschraubten Rohre vom zweiten Gusse eingereiht.

Die Geschütze dieser Klasse, u. z. vorzugsweise die vom 2. Gusse verwendet man zu Belagerungsausrüstungen, so wie zur Dotation von festen Plätzen und stellt sie daselbst auf solche Plätze auf, von welchen aus voraussichtlich das stärkste Feuer zu unterhalten kommt.

In die Klasse *B* gehören alle brauchbaren fremdländischen Rohre, deren Zündlöcher noch nicht auf 6 bis 8''' erweitert sind, und welche weder um das Zündloch noch am Seelenboden Risse zeigen; dann alle zum ersten Male verschraubten österreichischen Rohre vom ersten Gusse, falls selbe keine für den ferneren Gebrauch bedenkliche Risse haben; endlich alle bereits das zweite Mal verschraubten Rohre vom 2. Gusse.

Die Geschütze der Klasse *B* werden gleichfalls zum Festungsvertheidigungsdienste insbesondere auf solchen Orten verwendet, die ein schwächeres Feuer erwarten lassen. Auch die Uebungs- und Exercirgeschütze wählt man aus dieser Klasse und nimmt dazu hauptsächlich jene Rohre, die das Verschrauben bald benöthigen oder noch unverschraubt sind.

In die Klasse *C* kommen die fremdländischen Rohre, die im Zündloche auf 6 bis 8''' erweitert, oder um dasselbe, mag es wie immer beschaffen sein, so wie an dem Bohrungsboden mit Rissen behaftet oder aber bereits verschraubt sind; ferner alle österreichischen Rohre vom 1. Gusse, welche das zweite Verschrauben benöthigen oder allenfalls das zweite Mal verschraubt oder überhaupt, wenn sie mit bedenklichen Rissen im hinteren Bohrungstheile versehen sind; endlich alle bereits zum zweiten

Male verschraubten Rohre vom 2. Gusse, sobald die wiederholte Erweiterung der Zündlöcher 6‴ oder die Klaffung des Kernzapfens 6^{IV} erreicht hat.

Kommen bei eisernen Rohren überdies beträchtliche, insbesondere durch Rost entstandene Gruben im rückwärtigen Bohrungstheile, noch so kleine Risse an der Oberfläche oder über 3‴ tiefe Kugelanschläge am Bodenstücke vor; beträgt ferner die Vorsetzung der Zündlochachse auf der Seellinie nicht wenigstens 6‴, und lässt sich diese fehlerhafte Richtung durch Verschrauben nicht mehr verbessern; können schliesslich die allenfalls vorkommenden, um mehr als 1‴ zu dicken Schildzapfen, so wie die um mehr als 2‴ zu grosse Angussweite nicht auf die normalen Masse gebracht werden; so sind solche Rohre nur für die Klasse *C* geeignet.

Die Geschützrohre dieser Klasse werden gleich den bronzenen kassirt, und zwar die des 2. Gusses von naheliegenden Zeugsartilleriestationen in das k. k. Arsenal zu Wien zum Umgusse eingezogen, jene von entfernten Stationen und die vom 1. Gusse dagegen zur Vermeidung jeden Missbrauches zertrümmert und im Licitationswege veräussert. Zum Zertrümmern wird das Rohr auf das Banket eines Erdepaulements senkrecht auf die Schusslinie gelegt und daran mit Pflöcken und Keilen befestigt. Das etwa fehlende Banket ersetzt man durch ein 3′ hohes starkes Bockgestell, während in Ermanglung des Epaulements für das allenfallsige Auslaufen der abgeschossenen Kugeln ein freier Platz von mindestens 2000 Schritten Längenausdehnung zu wählen ist. Von dem gelagerten Rohre 3′ entfernt wird ein Geschütz dergestalt aufgeführt, dass die Rohrachsen in einerlei Ebene senkrecht auf einander stehen, dasselbe hierauf mit einer Vollkugel geladen und mittelst Tormentirbrandeln abgefeuert. Die Kommission und das Bedienungspersonale ziehen sich hinter einen Travers oder 400 Schritte in der Schusslinie zurück. —

Die 6pfd. Kanonen-, dann alle Haubitz- und Mörserrohre werden mit einem Schusse, die anderen Kanonenrohre mit 2 Schüssen zertrümmert, wobei bemerkt wird, dass das Geschütz einmal in die Längenmitte des Boden-, das andere Mal in jene des Vorderstückes zu richten ist und dass die Zertrümmerung sicher an der getroffenen Stelle erfolgt, vorausgesetzt, dass die Kugel beim Auftreffen nicht berstet.

§. 284. Die Klassifikation der gebrauchten gezogenen Kanonenrohre. Die Brauchbarkeit eines gezogenen Rohres wird vor allem durch den Zustand des gezogenen Bohrungstheiles bedingt. In solange die Abnützung des letzteren noch nicht jene Grösse erreicht hat, welche die richtige Führung des Geschosses in den Zügen beeinträchtigt, in solange wird auch in dieser Beziehung dem gezogenen Kanonenrohre die Brauchbarkeit zuerkannt werden müssen.

Bei Hinterladungskanonen-Rohren wird die Brauchbarkeit noch wesentlich durch den Zustand bedingt, welchen jener Theil des Rohres zeigt, der den Pressspahnboden umgibt. In der Gegend des Kolbenkopfes, gewöhnlich oberhalb des Lagers des Pressspahnbodens entstehen Ausbrennungen, welche bei unvollständigem Abschliessen durch die überströmenden Pulvergase gebildet werden. Diese Ausbrennungen können bei grosser Spielung des Kolbenkopfes, dann bei Anwendung zu kleiner oder verzogener Pressspahnböden sehr bald eine bedeutende Grösse annehmen, und dadurch Veranlassung geben, dass die Verschlusstheile bei jedem Schusse durch Pulverschmutz beträchtlich verunreinigt werden, was die Bedienung

des Rohres sehr erschwert und letzteres für den Kriegsgebrauch verwerflich macht.

Da nun über die Abnützung des gezogenen Bohrungstheiles und über deren Einfluss auf die Abnahme der Schussrichtigkeit überhaupt, sowie über die Grösse der bei gezogenen Hinterladungs-Kanonen in der Gegend des Kolbenkopfes vorkommenden Ausbrennungen dermalen noch keine genügenden Daten vorliegen, so können auch noch keine bestimmten Vorschriften über die Klassifikation der gezogenen Kanonenrohre angegeben werden.

Im Allgemeinen muss jedoch auch die Klassifikation der gebrauchten gezogenen Rohre nach den für derlei glatte Rohre angeführten Grundsätzen geschehen. Die Grenzen der noch gestatteten Erweiterung des Kalibers in den Zügen (und Feldern) müssen aber jedenfalls viel enger gezogen werden; sie richten sich hauptsächlich bei Vorderladungsgeschützen nach der Forderung, dass die Leisten (Zapfen) des Geschosses in den Zügen, namentlich an den Führungsflächen (bei La Hitté-Rohren an der Stelle des grössten Spielraumes) noch eine angemessene und genügende Anlehnung behalten. Indess findet bei den gezogenen Rohren eine Abnützung durch Erweiterung des Kalibers in den Zügen (und Feldern) im Allgemeinen nicht in dem Masse wie bei der Bohrung der glatten Rohre Statt, weil das Geschoss während der Bewegung im Rohre hauptsächlich an den Führungsflächen der Züge seine Anlehnung nimmt, die Bohrung meist vollkommen fixirt durchschreitet und auch eine mit der Zeit entstehende Abnützung der Züge bis zu einem gewissen Grade gestattet werden kann. Nachtheiliger dagegen ist ein zu starkes Abrunden der Kanten an den Führungsflächen (wie z. B. bei La Hitté-Rohren), so wie Verletzungen der Bohrung durch vorzeitig gesprungene Hohlgeschosse, oder durch Kartätschstücke. Im letzten Falle müssen die dadurch entstandenen kleinen Auftreibungen des Metalles, welche unter Umständen selbst das Laden verhindern können, mittelst eines eigenen Instrumentes (Ausreiber, Reinigungsfeile) weggefeilt werden.

Bis zur Feststellung der Vorschriften über die Klassifikation gebrauchter gezogener Rohre muss es der Beurtheilung des untersuchenden Officiers überlassen bleiben, die Klassifikation in den Untersuchungs-Protokollen nach eigenem Ermessen zu beantragen. Hierbei ist aber der inneren Beschaffenheit des Rohres und der Beschaffenheit des Verschlusses die höchste Aufmerksamkeit zuzuwenden, weil von denselben ganz wesentlich die Uebersetzung des Rohres in eine andere Klasse oder der Antrag zu seiner Aussergebrauchsetzung abhängt.

Dass bei der Beschreibung der Beschaffenheit der Bohrungen und des Verschlusses gezogener gebrauchter Rohre in den Visitirprotokollen mit der grössten Genauigkeit vorzugehen ist, versteht sich nach dem Gesagten von selbst.

Was das Wiederverschrauben der gezogenen Rohre betrifft, so sind hiefür die im Folgenden für das Wiederverschrauben glattgebohrter Rohre geltenden Regeln massgebend, wobei noch bemerkt wird, dass alle mit Stollen versehenen Hinterladungskanonen-Rohre, bei denen das Zündloch über 4‴ erweitert ist, oder bei denen die Klaffung des Stollens das für Kernklaffungen noch tolerirte Mass übersteigt, zum Verschrauben mit der entsprechenden Kernnummer zu beantragen sind.

Das Wiederverschrauben der Geschützrohre.

§. 285. Im Früheren wurde bereits erwähnt, dass das Wiederverschrauben bei solchen schon gebrauchten Geschützrohren angewendet wird, bei welchen das Ausbrennen der Zündlöcher und die Klaffung des Kernzapfens die höchste zulässige Grenze überschritten haben. Einen weiteren Einfluss übt hierauf die sonstige Brauchbarkeit der Geschütze, nach welchen nur solche Rohre zum Wiederverschrauben anzutragen sind, die noch wenigstens 500 scharfe Schüsse auszuhalten versprechen. Das Princip des Wiederverschraubens besteht nun darin, den unbrauchbaren Zündlochkern aus dem Rohre nach Thunlichkeit heraus zu drehen und an dessen Stelle mit geringen Modifikationen einen neuen derart einzuschrauben und herzurichten, als wäre das Rohr zum ersten Male verschraubt worden.

Bevor das Wiederverschrauben vorgenommen werden kann, ist es wesentlich, vorerst die Gestalt, Gattung und Nummer des Kernes, mit dem das Rohr verschraubt ist genau zu ermitteln und zu kennen.

Nebst den seit dem Jahre 1838 bestehenden, dermal eingeführten Zündlochkernen kommen bei älteren Geschützrohren noch zwei von einander verschiedene Kerngattungen vor. Die eine umfasst die bis zum Jahre 1832, die andere die von diesem Zeitpunkte bis zum Jahre 1837 verwendeten Kerne; von den ersteren bestanden vier, von den letzteren hingegen drei, blos im Durchmesser untereinander abweichende Nummern; jene endeten unten in einen cylindrischen Zapfen *z*, Taf. X, Fig. 257, diese in einen sehr stumpfen Konus *c*, Fig. 258.

Die Bezeichnung derselben geschah beziehungsweise durch Nr. 1, 2, 3, 4 und durch Nr. I, II, III nebst einem der Ziffer beigefügten *C* (Konus).

Beide diese Gattungen von Kernen, die sonst in ihrer Gestalt mit einander übereinkamen, hatten die Nachtheile, dass der Anschluss ihres unteren Theiles in der Bohrung unsicher war, dass bei dem Aus- und Eindrehen des Kernes nebst der Reibung des Gewindes auch noch die des Zapfens im Kernlager überwunden, und dass zum jedesmaligen Wiederverschrauben ein Kern von höherer Nummer oder grösserem Durchmesser genommen werden musste.

Die neuartigen Kerne bieten dagegen die Vorzüge, dass bei ihrem Ein- und Ausdrehen nur die Reibung des Gewindes zu bewältigen ist; dass der konische Kernzapfen in sein Lager mit absoluter Genauigkeit Fläche an Fläche eingesetzt, und deshalb bei der geringsten Zurückdrehung des Kernes die Mantelfläche des Zapfens von der Konusfläche des Lagers abgehoben werden kann; schliesslich dass sie das wiederholte Verschrauben mit einem Kerne von gleicher Nummer und von gleichem Durchmesser gestatten. Um bei dem Wiederverschrauben die älteren Kerne durch die neuartigen ersetzen zu können, erhielten die letzteren einen grösseren äusseren Durchmesser als die ersteren. Gelingt es daher, einen älteren Kern der beiden ersten Nummern aus dem Rohre herauszudrehen, so kann das alte Kern-, Gewind- und Zapfenlager nach den Normaldimensionen oder der Form der neuartigen Kerne mittelst der Verschraubmaschine erweitert oder hergestellt und die betreffende Kernnummer ebenso eingesetzt werden, als wären neuartige Kerne nach dem ersten Verschrauben zu ersetzen.

Geschützrohre mit älteren Kernen der höheren Nummern sind wenige mehr vorhanden, und werden auch nicht mehr verschraubt.

§. 286. Zum Wiederverschrauben der Geschützrohre dient eine eigene Verschraubvorrichtung, Fig. 260. Sie besteht aus dem Stöckel *S*, welches bei Kanonen und Haubitzen am Boden-, bei Mörsern hingegen am Vorderstücke aufgestellt und mit 2 Befestigungskloben *b*, *b* und der in die Spannkloben *s*, *s* eingehängten Kette *K* gut und in der vertikalen Durchschnittsebene des Rohres befestigt wird. Der obere Theil des Stöckels ist zur Aufnahme des 10′ langen, einarmigen Druckhebels *D* ausgeschnitten und mit 5 Bolzenlöchern *l*, *l* versehen, um je nach der Rohrgattung in eines derselben den mit Flügelmutter versehenen Bolzen *m* stecken und hiedurch die Verbindung des Druckhebels mit dem Stöckel herstellen zu können.

An dem Druckhebel lässt sich die Stemmplatte *p* verschieben, an deren unteren Fläche Körnervertiefungen zu dem Zwecke angebracht sind, um in eine derselben das obere Ende einer mit den arbeitenden Werkzeugen zu versehenden Bohrleier einzuspannen. Da es die Arbeit wesentlich fördert, wenn die Achse *eg* der Werkzeuge gegen den Druckhebel möglichst senkrecht gerichtet ist, so soll zur Befestigung der Bohrleier stets eine mit der Richtung des Zündloches übereintreffende Körnervertiefung der Stemmplatte gewählt werden.

Zu der Verschraubvorrichtung gehören ferner: Der Spitzbohrer, Fig. 261, der Ausdrehdorn, Fig. 262, das Wendeisen *H*, Fig. 260, der Ausreiber *A*, Fig. 260 und 263, sammt Ansatzkopf *a* und Führungshülse *f*, endlich 3 Gewindschneidbohrer, Fig. 264.

Bezüglich der Einrichtung dieser Behelfe wird auf die angeführten Figuren hingewiesen und nur noch bemerkt, dass der Ausdrehdorn aus ungehärtetem Stahle erzeugt und an seinem unteren Theile mit Widerhalthaken versehen ist, dass die messingene Führungshülse des konischen Ausreibers 4 Normalgewinde besitzt und dass die Gewindschneidbohrer durch die Buchstaben *A*, *B*, *C* bezeichnet werden; die Gewindschneidbohrer *A* und *B* sind konisch gestaltet, und zwar hat das Gewinde des ersteren unten den Durchmesser des altartigen Kernes und oben einen um $^1/_2{}'''$ grösseren Durchmesser; das Gewinde des letzteren dagegen unten den letzterwähnten und oben den Durchmesser des neuartigen Kernes. Der Gewindschneidbohrer *C* ist cylindrisch und mit einem beweglichen Schneidezahne *a* versehen.

Die Bestimmung und Verwendung der verschiedenen Werkzeuge ist aus den folgenden Paragraphen zu entnehmen.

§. 287. Bei den mit neuartigen Kernen versehenen, zum Wiederverschrauben beantragten Geschützrohren wird nach den gemachten Erfahrungen selbst bei den grössten Kalibern der alte Kern stets ausgeschraubt werden können, worauf man nur nöthig hat, das konische Kernzapfenlager um so viel zu erweitern, bis das angegriffene Metall beseitigt ist, dann die schadhaften oder mit Pulverrückstand belegten Gewinde auszubessern und den neuen Kern derselben Nummer in der beim Verschrauben neuer Rohre (§. 236) angegebenen Weise einzuschrauben und herzurichten. Durch die Erweiterung des konischen Kernzapfenlagers rückt der konische Zapfen des Kernes so weit hinunter, bis der Durchmesser *ab*, Fig. 259, des konischen Zapfens dem Durchmesser *a′b′* des

Zapfenloches gleich wird; dann muss aber ein dem Masse des Abwärtsrückens entsprechender Theil *cd* der Kerngewinde abgenommen und cylindrisch hergerichtet werden.

Um den alten Kern aus dem Rohre herausdrehen zu können, muss früher in denselben ein 4 bis 5″ tiefes Loch für den Ausdrehdorn gebildet werden. Hiezu wird der Spitzbohrer in die Bohrleier gesteckt, diese wie oben erwähnt in die Verschraubvorrichtung eingespannt, der Bohrer durch das von einem Manne bewirkte Niederdrücken des freien Druckhebelendes in das Zündloch gepresst und mittelst der Bohrleier durch einen oder zwei Mann bis zum Entstehen des verlangten Loches umgedreht, worauf die Verschraubvorrichtung vom Rohre abzunehmen ist.

Nun wird das in den Kern gebohrte Loch mit einem Meissel pyramidenförmig ausgearbeitet, in dasselbe der Ausdrehdorn fest eingeschlagen und durch das auf seinen Kopf gesteckte Wendeisen, an dessen 4 Armen je ein Mann anzustellen kommt, der Kern sofort ausgedreht. Lässt hiebei der Dorn von seinem Eingriffe los, so wird das Wendeisen entfernt, und jener fester eingeschlagen.

Ist der Kern entfernt, so muss mit Hilfe des Ausreibers das Kernzapfenloch aufgefrischt und das allenfalls ausgerissene Metall durch Beseitigung der vorstehenden Theile gut verglichen werden.

Damit aber das Kernzapfenloch koncentrisch zur Zündlochachse und nicht schief ausgerieben werde, so wird auf die Stange des Ausreibers, dessen Führungshülse aufgesteckt und mit ihren Gewinden in jene des Kernloches mittelst eines Schlüssels provisorisch eingeschraubt.

Vor dem Einführen in das Kernloch wird auf die Stange des Ausreibers auch noch sein Ansatzkopf geschoben und durch eine Schraube befestigt, dann über denselben das Wendeisen gesteckt, endlich die ganze Vorrichtung mit dem Bohrer in das Kernlager gebracht und mit der Spitze der Bohrstange gegen die Stemmplatte des Druckhebels der erneuert auf das Rohr gesetzten Verschraubvorrichtung gestützt. Das Ausreiben des Kernzapfenlagers setzt man durch die Bewegung des Wendeisens und durch das Andrücken des Druckhebels blos in so lange fort, bis das Metall an den angegriffenen Stellen vollkommen ausgeglichen ist, weil man sonst durch eine zu weit getriebene Arbeit sich der Möglichkeit berauben würde, das Rohr in der Folge noch mehrmals derart zu verschrauben, dass noch ein Theil des Kernkegels im Rohrmetalle liegt. Das öftere Beleuchten des Loches wird über das zweckentsprechende Ausreiben den erwünschten Aufschluss geben.

Ist das Zapfenloch völlig rein ausgerieben, so wird der Ausreiber fest in dasselbe gedrückt und sein Eindringen markirt, um zu wissen, wie tief der darnach bezeichnete Kern in das Rohrmetall einzuschrauben ist.

Nachdem man auch die allenfalls angegriffenen oder auch nur mit Pulverrückstand verunreinigten Gewinde des Kernlagers mittelst der Gewindausreiber gefrischt hat, zählt man die Gewindgänge des Kernlagers und eben so viele am Kerne von der bezeichneten Stelle herab, vermindert letztere Zahl um $^1/_8$, schlägt hier am Kerne ein neues Zeichen ein, meisselt die unter demselben liegenden Gewinde ab, feilt daselbst den Kern cylindrisch zu, und verfährt mit dem Eindrehen desselben in das Kernlager, mit dem Abraspeln des über die Bohrungswand vorstehenden Kernzapfens und mit der Abnahme des über der Rohroberfläche befindlichen

Kerntheiles oder mit der allenfallsigen Formirung der Zündlochmuschel in der aus dem §. 236 zu entnehmenden Weise.

Nach Vollendung dieser Arbeiten wird unter dem am Rohre bereits vorhandenen Kennzeichen ein tiefer Punkt eingeschlagen, um daraus zu entnehmen, dass das Geschützrohr wiederverschraubt wurde.

§. 288. Geschützrohre mit altartigen Kernen werden, sobald sie zum wiederholten Verschrauben beantragt sind, stets mit neuartigen Kernen wiederverschraubt. Weil aber die neuartigen Kerne im Vergleiche mit den früher eingeführten um 1''' im Durchmesser grösser und mit einem konischen Zapfen versehen sind, so muss man auch die Gewinde, so wie den cylindrischen Theil des Kernlagers um dieses Mass ausreiben und ein konisches Zapfenloch bilden.

Das Herausdrehen des alten Kernes geschieht wie früher, das Erweitern der Gewinde aber mittelst der Gewindschneidbohrer.

Durch die Anwendung der beiden konischen Bohrer bleiben die unteren Gewinde des Kernzapfenloches konisch, werder aber durch den cylindrischen Bohrer durch allmäliges Vorrücken des Zahnes cylindrisch hergestellt. Beim Gebrauche der einander folgenden Gewindschneidbohrer speist man dieselben mit Oel und dreht sie mit Hilfe des von 2 Mann bewegten Wendeisens ein.

Das Ausreiben des Zapfenloches, so wie die folgenden Arbeiten werden auf die im Vorangehenden erklärte Art ausgeführt.

Sollte das Herausdrehen des alten Kernes nicht gelingen, oder bräche der Ausdrehdorn ab, und könnte man das abgebrochene Stück nicht entfernen, so müsste der Kern mittelst der mobilen Verschraubmaschine unter Anwendung aller bei derselben vorkommenden Bohrwerkzeuge ausgebohrt werden.

Alle mit neuartigen Kernen wiederverschraubten bronzenen Geschützrohre erhalten je nach der verwendeten Kernnummer die Bezeichnung N. I *CC* oder N. II *CC* und hinter den *CC* so viele Punkte, so oftmal das Wiederverschrauben mit derselben Kernnummer gelungen ist. War aber der ersetzte Kern altartig, so wird je nach seiner Nummer gerade über der Bezeichnung noch A. I oder A. II beigesetzt. Bei eisernen Geschützrohren schlägt man je nach der Anzahl der bereits stattgefundenen Verschraubungen unter die Kernnummer einen oder zwei tiefe Punkte — $\frac{\text{N. I}\,CC}{\vdots}$ oder $\frac{\text{N. II}\,CC}{\because\because}$ — ein.

Das Ausreiben der beschädigten Bohrungen bei gebrauchten gezogenen Rohren.

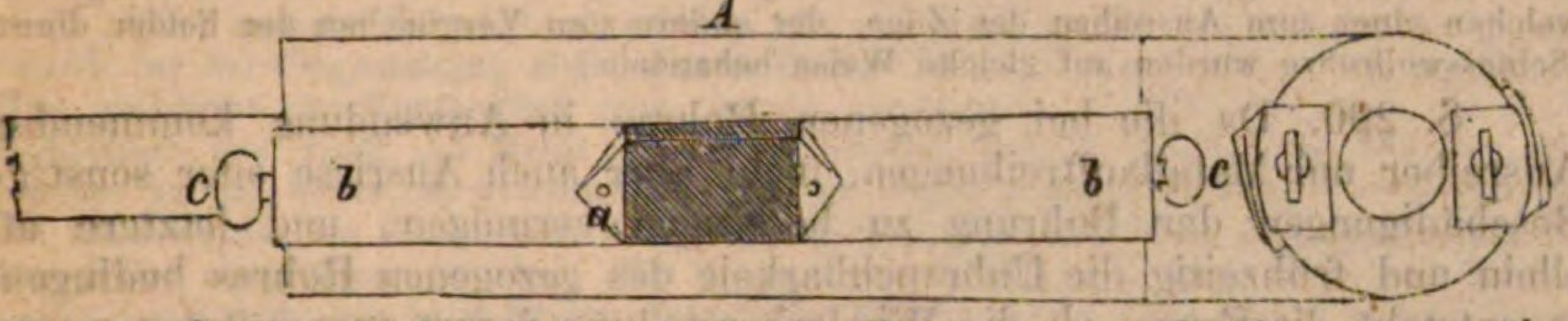
§. 289. Die Bohrungen bei den gezog. bronz. Rohren erhalten beim Scharfschiessen, wegen der geringen Härte der Materie, aus der sie erzeugt sind, Beschädigungen durch die sie durchschreitenden Geschosse oder deren ausnahmsweises Bersten im Rohre. Diese Beschädigungen zeigen sich meist als Einrisse oder als Metallauftreibungen. Letztere können selbst bei geringen Dimensionen unter Umständen das Laden nicht nur erschweren, sondern dasselbe selbst unmöglich machen, und bei der Geschützuntersuchung den Gebrauch des Drallmessers behindern, und müssen daher beseitigt werden, was mit Hilfe eines Ausreibers (Reinigungsfeile) bewirkt werden kann, welcher im Allgemeinen blos den Zweck hat, die

in der Bohrung entstandenen Metallauftreibungen mittelst einer an seiner Oberfläche eingesetzten Raspel (Feile) zu beseitigen.

Bei den eisern. gezog. Hinterladungskanonen-Rohren werden wegen der Härte der Rohrmaterie, Beschädigungen der Bohrung nur höchst selten vorkommen; dennoch liegt auch bei denselben die Möglichkeit solcher vor, und es sind in diesem Falle sich vorfindende Auftreibungen mit der Reinigungsfeile abzureiben, da sich sonst beim Gebrauche der Rohre Anstände ergeben könnten und auch bei der Untersuchung derselben die Führungsscheibe des Bohrungsmessers nicht über derlei Stellen hinwegzugleiten vermöchte.

Der Ausreiber für die gezog. Feld- und Gebirgskanonen-Rohre v. J. 1863, Fig. 265, besteht aus einem für den Kaliber passenden, an einer Stange angebrachten hölzernen Kolben *A*, an welchem sich für Feldge-

(Fig. 265.)



schütze eine nach den Zügen geformte Raspel *a*, und dieser gegenüber eine eben so geformte Führungsplatte angebracht befinden. Die Raspeln dieses Ausreibers sind auf messingenen Federn *b* befestigt, welche mit den Schrauben c nach Erforderniss gespannt werden können.

Das Wegraspeln der in den Zügen (beziehungsweise Feldern) vorragenden Metalltheile wird bei den der Mündung zunächst liegenden Beschädigungen der Bohrung begonnen und gegen den Stossboden vorschreitend fortgesetzt, bis alle Erhöhungen weggeraspelt sind. Die Bohrungen müssen zu diesem Zwecke — nach vorangegangener Reinigung — nach Bedarf mit Baumöl eingeschmiert werden, ein Gleiches gilt von den anzuwendenden Raspeln.

Auf die nähere Einrichtung und Gebrauchsweise der Ausreiber kommen wir in dem Abschnitte — „Geschütz-Requisiten“ — zurück.

Der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen ist das Beseitigen von Metallauftreibungen in der Bohrung nur unter der unmittelbaren Leitung der dazu berufenen, resp. die Untersuchung der Geschützrohre vornehmenden Artillerie-Officiere auszuführen, welche sich während und nach dieser Arbeit durch Beleuchtung der Bohrung mittelst eines Wachskerzchens oder Spiegels von der Art der Ausführung derselben, d. i. von dem Zustande der Bohrung zu überzeugen haben.

Die Reinigungsfeile der Hinterladungsrohre ist dem in Fig. 265 dargestellten Ausreiber der Bogenzug-Geschütze ähnlich, sie besteht aus einem kalibermässigen Kolben von hartem Holze, in dessen Mantelfläche einander diametral entgegen, nach der Richtung des Dralles und nach der ganzen Länge des Kolbens 2 Nuten ausgestemmt sind. Diese Ausstemmungen dienen zum Einsetzen zweier Feilen, wovon die breitere die Felderfeile, die schmälere die Zugfeile heisst; die erstere hat eine solche Breite, dass sie gleichzeitig über 2 Felder der betreffenden Bohrung reicht, während die letztere möglichst genau in die Züge des Rohres passen

muss. Damit beide Feilen während der Ausführung des Ausreibens stets an die Bohrungswand gedrückt werden, ist jede derselben auf einer federnden Schiene von Messing aufgesetzt, deren Enden hakenförmig umgebogen und mittelst Spannschrauben an den Kolben befestigt sind. Durch das festere Anziehen dieser Schrauben wird der Schiene sammt Feile die nöthige Spannung gegeben, um das Abreiben der Metallauftreibungen entsprechend erfüllen zu können. Beim Gebrauche wird der mit beiden Feilen versehene Kolben auf einer hinreichend langen Stange befestigt, für welchen Zweck derselbe ein entsprechend tiefes nach seiner Achse gebohrtes Loch besitzt.

Die Ausführung der Arbeit geschieht auch hier in ähnlicher Weise wie das Ausreiben der Bogenzuggeschütz-Bohrung mittelst des Ausreibers.

Das Ausreiben der Bohrung bei den aufzulassenden gezog. Rohren des Systems La Hitté findet mit ähnlichen Mitteln und in ähnlicher Weise wie bei Bogenzug-Rohren statt; wegen der Form der Bohrung sind hier zwei Ausreibkolben nöthig, von welchen einer zum Ausreiben der Züge, der andere zum Vergleichen der Felder dient. (Schiesswollrohre wurden auf gleiche Weise behandelt.)

§. 290. Da die bei gezogenen Rohren in Anwendung kommenden Ausreiber nur Metallauftreibungen, nicht aber auch Ausrisse oder sonstige Beschädigungen der Bohrung zu beseitigen vermögen, und letztere oft allein und frühzeitig die Unbrauchbarkeit des gezogenen Rohres bedingen, so entsteht die Frage, ob die Wiederherstellung derart ausgenützter gezog. Rohre nicht nach der in der niederländischen Artillerie, bei der Umwandlung ihrer glatten bronz. Feld-Geschütze in gezogene, in Anwendung stehenden eigenthümlichen Methode zu bewirken wäre.

Unserer Ansicht nach scheint dies nicht zu empfehlen; — doch geben wir im Folgenden einige Daten über diese Methode, da dieselben nicht ohne Interesse sind.

Dieses Verfahren besteht der Hauptsache nach im Ausgiessen der Bohrung, im erneuerten Ausbohren und Ziehen, wobei die im Nachstehenden angegebenen Operationen auszuführen sind.

Vorerst wird die bestehende Bohrung derart erweitert, dass die nach dem Ausgiessen und Wiederausbohren stehen bleibende Röhre des eingegossenen Metalles noch eine Stärke von 2—3 Centimeter (0.76—1·14 Wiener-Zoll) besitze. Hierauf verstopft man das Zündloch und umgibt die Traube mit Thon; reinigt dann das so vorbereitete Rohr gut im Innern, bringt es, mit der Mündung aufwärts, in vertikaler Stellung in die Dammgrube, und erhält es in dieser Lage durch Eisenbarren, welche oberhalb der Schildzapfen angebracht werden.

Rings um das Bodenstück wird, bis zu einer gewissen Höhe, aus trockenen Steinen eine kleine Mauer aufgeführt, welche als Herd für ein Feuer zum Anwärmen des Rohres dient. Auf die Mündung setzt man eine Form für die Masselotte auf, und wacht mit aller Sorgfalt darüber, dass keine fremdartigen Gegenstände in die Bohrung fallen; endlich wird noch eine Gussrinne derart angebracht, dass die geschmolzene Bronze ohne die Bohrungswände zu berühren, einfliessen kann.

Der Oekonomie wegen ist es vortheilhaft, stets das Ausgiessen mehrerer Rohre gleichzeitig vorzunehmen, daher der Ofen nach der Zahl und Gattung der zu behandelnden Rohre beschickt werden muss.

Der Erfolg der Arbeit hängt insbesondere von dem Flüssigkeitsgrade des Metalls ab; die Erfahrung des Giessers dient hier einzig und allein als Richtschnur.

Ist das Rohr bis ungefähr 0.25 Meter (9.48 Wiener-Zoll) vom Boden der Bohrung rothglühend und hat die einzugiessende Bronze den entsprechenden Hitzegrad erlangt, so erfolgt das Ausgiessen, worauf in wenigen Minuten das Rohr seiner ganzen Höhe nach in Rothgluth stehen wird.

Sodann löscht man das Feuer, welches zum Anwärmen des Rohres diente, und bedeckt die Dammgrube, um den Zutritt kalter Luftströme zu verhindern.

Acht und vierzig Stunden nach dem Gusse wird das Rohr aus der Grube gehoben, die Masselotte abgeschnitten, das Rohr dem ersten Bohren unterzogen, das Zündloch frei gemacht und durch die neue Metallschichte gebohrt.

Ist die Operation des Ausgiessens gelungen, so soll ein vollkommenes Adhäriren des alten Metalls mit dem neuen eingetreten sein.

In diesem Zustande wird das Rohr einem Beschiessen unterworfen, dessen Hauptzweck darin besteht, den Boden der neuen Röhre an jenen des Geschütz-Rohres fest anzudrücken, da die Erfahrung lehrte, es bilde sich an jener Stelle gewöhnlich ein kleiner leerer Raum, der vom Schwinden der eingegossenen Bronze herrührt. (Dieser Umstand allein ist schon bedenklich.) Nach beendetem Schiessen wird das Rohr visitirt und auf den Kaliber gebohrt, sodann der alte Zündlochkern entfernt, an dessen Stelle ein anderer bis an die neue Bohrung reichender eingesetzt, und schliesslich das Rohr noch gezogen.

Der in den Niederlanden erzielte gute Erfolg dieses Verfahrens bei bronzenen Rohren führte zu dem Gedanken, auch eiserne Rohre mit bronzenen Seelen zu versehen.

Ungeachtet der Schwierigkeit, eine vollkommene Adhärenz zwischen Eisen und Bronze zu Stande zu bringen, gelang zwar diese Operation, wie man sagt, vollständig im Haag, ohne jedoch — wie es scheint — eine weitere Anwendung gefunden zu haben.

Einer anderen Verwerthung erfreute sich die Methode des Ausgiessens in Frankreich bei der Umgestaltung alter, glatter Bronze-Rohre in gezog. Mörser und Haubitzen. Man verkürzte das Vorderstück eines langen, bronzenen 24-Pfdrs. so, dass die ganze Rohrlänge nur mehr 2·5 Meter (7′ 10·8″) betrug; schnitt die Schildzapfen ab, und brachte an der Stelle, an welcher die neuen zu liegen kommen sollten, Durchbohrungen an, über welche die Gussformen der neuen Schildzapfen aufgestellt und gleichzeitig mit dem Rohre ausgegossen wurden. Die Achse dieser Schildzapfen ging durch den Schwerpunkt des Rohres, um beim Feuern unter sehr grossen Winkeln das Laden zu erleichtern; der Durchmesser der Schildzapfen betrug 0·3 Meter (11·4″); sie hatten eine solche Festigkeit, dass sie einem Stosse widerstanden, welchen ein von 4 Meter (12′ 7·8″) Höhe fallendes Gewicht von 300 Kilogrammen (535·5 W. Pfd.) ausübte.

Die Bohrung dieses Rohres hatte eine Länge von 2·1 Meter (6′ 7·68″), 6 Züge und 3 Meter (9′ 6″) Dralllänge. Die Zugtiefe betrug 0·005 Meter (2·28‴). Das Rohr wog 2050 bis 2060 Kilogramme (3659·25 bis 3677·1 W. Pfd.) und lag in einer entsprechend umgeänderten Batterie-Laffete, welche den leichten Transport desselben gestattete. Das Gewicht des Hohlgeschosses betrug 25 Kilogramme (44·63 W. Pfd.); jenes der Normal-Pulverladung 3·5 Kilogramme (6·25 W. Pfd.).

Ohne auf eine nähere Erörterung der ökonomischen Frage bei der Anwendung des niederländischen Verfahrens eingehen zu wollen, scheint auch dessen praktischer Werth mindestens zweifelhaft. In Frankreich z. B. wurde im Jahre 1862 ein unbrauchbar gewordener bronzener 4-Pfdr. nach dieser Methode ausgegossen, neuerdings auf den 4pf. Kaliber gebohrt, und sodann einem Schnellfeuer von 100 Schuss, welche in der Zeit von 1 Stunde und 47 Minuten gegeben wurden, unterzogen.

Die Pulverladung betrug 550 Gramme (nahe 1 Pfd. W. G.); sämmtliche Hohlgeschosse waren auf ein bestimmtes Mittelgewicht gebracht. Es wurde mit 65 Millimeter (2·46″) Aufsatz gegen ein 600 Meter (791 Schritt) entferntes Ziel geschossen.

Nach 25 Schüssen war die Berührungslinie beider Metalle sichtbar und die neue Metallsäule an einem kleinen Theile ihres Umfangs fast unmerklich über die Mündungsfläche vorgeschoben worden; nach 75 abgegebenen Schüssen trat diese Erscheinung an einem grossen Theile sehr merkbar auf; doch scheinen die darauf folgenden 25 Schuss keinen weiteren Einfluss in dieser Richtung geübt zu haben. Der Durchmesser der Bohrung hatte sich im Geschosslager unbedeutend vergrössert; sonst waren an der Bohrung keine Veränderungen bemerkbar.

Obwohl schon aus der Vortreibung der innern Metallsäule durch das Schiessen auf keine innige Verbindung des alten und neuen Metalls geschlossen werden muss, so wurde behufs näherer Untersuchung auch noch das Rohr in mehrere Stücke zerschnitten, und dann versucht, die beiden Metalle mittelst Hammerstreiche von einander zu trennen, was sehr leicht gelang. Die Verbindung des alten Metall-Rohres mit dem neuen war daher keine genügend feste.

In wie weit es der niederländischen Artillerie gelungen ist, günstigere Resultate zu erzielen, darüber sind zwar keine Nachrichten in die Oeffentlichkeit gedrungen; sie dürften jedoch entsprochen haben, da diese Methode in dem genannten Staate bei der Umwandlung der glatten bronzenen Feldkanonen-Rohre in gezogene thatsächlich zur Anwendung gekommen ist.

Hieraus wäre zu folgern, dass bei dem besprochenen gleichen Verfahren in Frankreich entweder bei Anwärmung des Rohres oder bezüglich des Hitzegrades der eingegossenen Bronze aus Mangel an diesfälligen Erfahrungs-Daten ein Fehler unterlaufen sei.

Unserer Ansicht nach scheint indess in der besprochenen Weise eine innige Verbindung des Rohr- und des neueingegossenen Metalles kaum zu erreichen, weshalb wir, wie schon im Eingange bemerkt, eine Anwendung dieses Verfahrens für nicht empfehlenswerth halten.

7. Depositirung des Rohres.

§. 291. Kanonen- und Haubitzrohre, welche permanent zur Feldartillerieausrüstung bestimmt sind, werden in eigenen Geschützdepositorien in ihren Laffeten liegend, aufbewahrt, wodurch man Raum und Mühe im Vergleiche gegen das isolirte Depositiren erspart.

Hiezu werden diese Geschütze gattungs- und kaliberweise in einfachen oder doppelten Reihen, mit Berücksichtigung der nöthigen Manipulationsgänge, unterlegten Rädern und Protzstöcken, mässigen Intervallen, Rad an Rad aufgestellt, und die dazu gehörigen Protzen seitwärts der Geschütze in derselben Ordnung rangirt, oder wo dies wegen mangelndem Raum nicht thunlich ist, mit den Rädern direkt über die Laffetenräder auf Zwischenlager von leichten Brettern und Querlatten gestellt.

Die Depositirung der andern Feld- und aller Batteriegeschützrohre geschieht auf eigenen Unterlagen im Freien, oder vortheilhafter unter Schoppen, wo möglich in der Nähe derjenigen Depots, in welchen die dazu gehörige Geschützmontirung untergebracht ist.

Die zur Armirung der Haupt- und detachirten Werke in festen Plätzen bestimmten Geschützrohre werden in den Kehlen, auf den Wallgängen oder überhaupt auf solchen Stellen niedergelegt, welche für die Laffeten eine bequeme Zu- und Abfahrt und zum vortheilhaften Aufstellen des Hebzeuges den genügenden Raum besitzen; doch müssen die detachirten Objekte entweder anderer Ursachen wegen schon bewacht oder unzugängig und mit Sicherheit abgesperrt sein.

§. 292. Alle andern Geschütze, sowie die in festen Plätzen, in Artillerie- oder See-Etablissements noch übrig bleibenden Rohre, welche weder bei einer Armirung verwendet, noch auf obige Weise depositirt worden sind, gelangen zur sektionsweisen, freien Depositirung, wozu ein geräumiger, thunlichst in der Nähe schon bewachter Magazine oder Depositorien gelegener Platz zu wählen ist.

Der Boden des letzteren muss eben, trocken, wasserfrei und mit feinem Schotter bedeckt sein, um jede Vegetation hintanzuhalten. Zur Unterlage der Rohre dienen 8 | 10 bis 10 | 12zöllige Balken (Kanter) von gesundem Holze, welche in zwei parallelen, 3 bis 4′ von einander entfernten Reihen auf gut fundirte würfelförmige Steine festgelegt und an den Zusammenstossungsenden mit Klammern verbunden sind. Nach der Anzahl der zu hinterlegenden Rohre werden mehrere Kanterreihen parallel zu einander errichtet und dabei auf wenigstens 7 bis 8′ breite Zwischen- und Kreuzgänge Bedacht genommen, um die einzelnen Rohre mittelst Laffeten oder sonstiger Heb- und Transportmaschinen bequem abholen oder wieder hinterlegen zu können. Gewöhnlich lässt man die Kanterreihen 6 Klafter von einander und die dem Gebäude zunächst liegende Reihe 1 Klafter von diesem abstehen.

Die Rohre liegen in 2 Hauptabtheilungen; u. z. die bronzenen von den eisernen getrennt; dabei aber nach System, Gattung, Kaliber, dann bei den gleichnamigen, im Falle es zulässig ist, auch nach Nummern und Klassifikationsbefund geordnet. Jedes Batterie-Geschützrohr ist zwischen den Henkeln mit der Nummer der dazu gehörigen Laffete mit Oelfarbe zu bezeichnen.

Bei provisorischer oder nicht lange dauernder Depositirung kann man in Ermanglung von Zündlochverwahrern, Mundpfröpfen oder Mörserdeckeln die Kanonen- und Haubitzrohre mit etwas gesenktem Kopfe und nach abwärts gekehrtem Zündloche, die Mörser auf ihren Mündungen stehend auf die Kanterhölzer placiren; in den entgegengesetzten Fällen hingegen müssen sämmtliche Rohre mit aller Sorgfalt und Symmetrie, senkrecht auf die Längenrichtung der Kanterhölzer niedergelegt werden, wobei noch zu beachten ist, dass deren Mündungen von den Gebäuden oder Wällen abgewendet, die Henkel und Zündlöcher nach aufwärts gerichtet sind; dass die Schildzapfenscheiben zusammenstossen, und dass bei gleichen Geschützrohren die gleichnamigen Haupt- und Nebentheile in geraden Linien und parallel zu den Kanten liegen.

Die Küstenmörserrohre werden mit ihrer Auflageplatte (Schämel) auf Unterlagen, in gedeckten Räumen wohl auch auf den Boden gestellt und ihre Mündungen und Zündlöcher nach Vorschrift verwahrt.

Der von den Hinterladungskanonen abgenommene Verschlussapparat ist in den hiefür eingerichteten Verschlag zu verpacken und in einem in der Nähe der hinterlegten Geschütze befindlichen Depot zu unterbringen.

Zur Vermeidung von Verwechslungen muss jeder Verschlussverschlag mit der Nummer desjenigen Geschützes bezeichnet werden, für welches der darin vorhandene Verschluss gehört.

§. 293. Zur Konservirung der Geschützrohre müssen dieselben innen und aussen gut gereinigt und jederzeit mit brauchbaren Zündlochverwahrern oder Stiften, sowie mit hölzernen Mundpfröpfen oder Mörserdeckeln versehen sein.

Bronzene Rohre bleiben auf diese Weise bis zur allenfallsigen Verwendung oder bis zum Umbaue der Unterlagen permanent liegen, weil die Atmosphäre auf die Oxydation oder die Zerstörung des Metalles keinen erheblichen Einfluss übt; eiserne Rohre unterliegen dagegen sehr der Einwirkung der atmosphärischen Luft, oder den sonstigen Witterungseinflüssen, u. z. in höherem Masse in sumpfigen Gegenden oder den am Meere gelegenen Plätzen.

Um nun dem bei solchen Rohren schon nach einigen Jahren stattfindenden Rosten und der daraus folgenden bedeutenden und unregelmässigen Erweiterung der Bohrungen, Quer- und Zündlöcher zu begegnen, werden sowohl die glatten Kanonen, als auch die Haubitzen in der Bohrung und dem Zündloche mit einer aus 9 Theilen geschmolzenem Unschlitt und 1 Theile Oel bestehenden Mischung gut eingeschmiert, wozu mit Lammfell überzogene Wischer und mit Werg umwickelte Raumnadeln dienen.

Hierauf werden die Mündungen und Zündlöcher mit streng passenden Holzpfröpfen verspundet und in soweit diese eingreifen, gleichfalls mit dem genannten Fette bestrichen.

Um das Eindringen der Luft in das Innere des Rohres möglichst zu verhindern, kommen ferner die Pfröpfe ringsum mit einem aus Leinöl

und Bergkreide oder Kalk dargestellten und der Feuchtigkeit gut widerstehenden Kitt luftdicht zu schliessen.

Bei den gezogenen Hinterladungsgeschützen geschieht das Einfetten der Bohrung, des Querloches und der Verschlusstheile mit Belmontylöl, wozu man eigene Fettwischer und Borstpinsel benützt. Die hintere Oeffnung der Bohrung, so wie die beiden Seiten des Querloches verschliesst man mittelst der für diesen Zweck vorhandenen Holzpfröpfe, um welche früher von Sand und Staub gereinigte Haardeckenstücke gewickelt werden.

Schliesslich erhalten alle Kanonen- und Haubitzrohre an der ganzen Oberfläche, die Mörserrohre überdies auch in der Bohrung einen doppelten Anstrich mit guter, schwarzer, aus 5 Theilen Leinöl- oder Kopalfirniss und 1 Theil Kienruss bereiteter Farbe.

Die in Batterien stehenden Geschütze dürfen wegen der nothwendigen steten Feuerbereitschaft nur an der äusseren Oberfläche mit Firnissfarbe angestrichen und sodann mit den gewöhnlichen Mundpfröpfen und Zündlochkappen versehen, nie aber mit eingeschlagenen hölzernen Pfröpfen oder Stiften verspundet werden.

Das Reinigen der Bohrung vom Roste, sowie das Einschmieren derselben, des Querloches und des Zündlochkanales muss, so oft es erforderlich ist, vorgenommen und in Seeplätzen die Untersuchung öfter des Jahres wiederholt werden. Der äussere Anstrich wird bei eintretender Nothwendigkeit jedes Jahr ausgebessert, nachdem man vorerst die schadhaften Stellen mit eigenen Kratzern gut gereinigt und den angesetzten Rost durch Abreiben mit Ziegelstücken oder durch Putzen mit reinem Holzkohlenstaub beseitigt hat.

Der vorangegangene Abschnitt — „*a.* Das Rohr und seine Theile“ — findet in mehrfacher Beziehung seine Ergänzung in dem nachfolgenden — „*B.* Verschiedenheit der Geschütze nach ihrer Verwendung, Konstruktion und Grösse“ — dies gilt besonders mit Bezug auf das Gebirgs-, Raketen- und Schiffsgeschütz. Die Bemerkungen, welche in dem letztgenannten Abschnitte mit Bezug auf das Geschützrohr Raum finden, setzen nämlich theilweise die vorangegangene Besprechung des Gestelles voraus.

b. Das Gestelle.

§. 294. Das Gestelle ist der zweite aus Holz oder Eisen verfertigte, im ersteren Falle durch Eisenbeschläge verstärkte, grösstentheils mit Rädern versehene Hauptheil der Geschütze, — welcher sowohl zur genaueren und bequemeren Bedienung, als auch theilweise zur leichteren Fortschaffung des Rohres dient.

Die Form der Gestelle für die verschiedenen Geschützgattungen ist sehr mannigfaltig, da auf dieselbe die Verwendungs- und Wirkungsweise, so wie der für verschiedene Fälle nöthige Grad von Beweglichkeit der Geschütze und der beschränkte Raum für ihre Aufstellung gebieterischen Einfluss nehmen.

Die mit Rädern versehenen Gestelle werden im Allgemeinen Laffeten, jene ohne Räder Schleifen (Blöcke) genannt.

Erstere kommen zumeist bei Kanonen und Haubitzen, letztere bei Mörsern in Anwendung.

Beim Schiffsgeschütz nennt man die Gestelle — die hier zumeist mit niederen oder ohne Räder konstruirt sind — Rapperte, Laffeten, Gabeln etc.; — beim Raketengeschütz — wo das Gestelle die Form eines Dreifussstativs hat — Geschütz, Laffete, Fussgestell etc.

Das Gestelle soll in den folgenden §§. in der nachstehenden Ordnung besprochen werden: u. z.:

1. Zweck,
2. Materie des Gestelles,
3. Form, Konstruktion und Einrichtung des Gestelles, so wie sonstige Eigenschaften desselben als Schiessgerüste und als Fuhrwerk,
4. Erzeugung,
5. Untersuchung und
6. Depositirung des Gestelles.

1. Zweck des Gestelles.

§. 295. Die Laffeten (beziehungsweise Schleifen etc.) haben die sichere und vortheilhafte Bedienung, Handhabung und Bewegung der Geschützrohre zum Zweck. — Dieselben müssen demnach vorangehend als Schiessgestelle ein bequemes Laden, schnelles Richten und eine leichte Handhabung gestatten, dauerhaft und so stark gebaut sein, dass sie dem Rückstoss, d. h. dem durch die Rückwirkung der Pulverkraft beim Schiessen hervorgebrachten Stoss, hinreichend widerstehen können.

Mit Bezug auf das Laden müssen sie Feldkanonenrohre nahe 3′, Batterierohre in Kasematten 3 bis 4′, in Schartenbatterien 45″ oder nahe daran, endlich bei dem Gebrauch hinter vollen Brustwehren 6′ und darüber — über den Boden oder die Unterlage erhöhen.

Was das Richten betrifft, so müssen dieselben die Senkung und Erhöhung des Rohres bis zu einer gewissen Grenze gestatten, im Uebrigen die Richtoperation erleichtern.

Endlich sollen sie die sonstige Handhabung des Geschützes beim Schiessen möglichst begünstigen.

Die Laffeten der Batterie- und Schiffsgeschütze müssen die bequeme Handhabung und Bedienung vielfach in sehr beschränkten Räumen wie auf Thürmen, in Kasematten, in Schiffsetagen etc. ermöglichen.

Die Gestelle der Mörser (Schleifen etc.) müssen überdies eine grosse Festigkeit besitzen, um der mächtigen Rückwirkung des Rohres beim Wurf widerstehen zu können.

Die Konstruktion des Gestelles für das Raketengeschütz muss endlich der besonderen Wirkungsweise dieser Waffe entsprechen.

Weiters sollen die Gestelle bei bestimmten Geschützgattungen, als Fuhrwerk betrachtet, die Fortschaffung des Rohres, mit oder ohne Protze, auf kleinere oder grössere Entfernungen ermöglichen.

Die Feldlaffeten erfordern in dieser Beziehung die möglichste, mit der Haltbarkeit noch vereinbare Leichtigkeit und Beweglichkeit; — auch bei der Einrichtung der anderen Laffeten ist auf ihre nicht zu beschwerliche Fortschaffung Rücksicht zu nehmen.

Im Allgemeinen hängt daher die Einrichtung der Laffeten etc., wenn sie ihrem Zwecke entsprechen sollen, theils von dem eigenthümlichen Gebrauche, theils von der Art, der Grösse und dem Gewichte der Geschütz-Rohre ab.

Nach den vorangehend bezeichneten Umständen ergibt sich auch ihre Benennung, man hat hiernach: Feld-, Batterie-, Vertheidigungs-, Festungs-, hohe Wall-, Kasematten- und Schiffslaffeten (Rapperte); — weiters Mörserschleifen oder Blöcke; — ordinäre und Kavallerie- Kanonen- und Haubitzlaffeten; — Thurm-, Thurmkasematt-, Depressionslaffeten; — Raketengestelle (Geschütze etc.); — schliesslich nach ihrer Bauart: Wand-, Blocklaffeten etc.; — rücksichtlich des Erzeugungsmaterials: hölzerne, schmied- und gusseiserne, Blech-Laffeten etc. etc.

2. Materie des Gestelles.

§. 296. Die Materien, aus welchen die Gestelle erzeugt werden, sind im wesentlichen Holz und Eisen.

Die hölzernen Laffeten sind grösstentheils aus einem gut ausgetrockneten festen Holze (Eichen oder Rusten) erzeugt und haben nur zur Verstärkung das nöthige eiserne Beschläge; die eisernen Laffeten sind ganz aus Guss- oder Schmiedeisen angefertigt. Gewalztes Pudlingseisen ist wegen seiner Zähigkeit besonders anwendbar, dasselbe kommt in Platten oder starkem Blech in Verwendung; — zu starken Blöcken, Wellen, Rollen, Walzen, Rädern etc. kommt meist Gusseisen zur Anwendung.

Eiserne Laffeten kommen jedoch bis nun zu, ungeachtet ihrer fast

unbeschränkten Dauer in der Aufbewahrung, dann ihrer bequemeren Bedienung und Handhabung und mancher anderen Vortheile, wegen des leichten Zertrümmerns durch auftreffende Geschosse, zumeist nur beim Vertheidigungs-, Küsten- und Schiffsgeschütze in Anwendung. *)

Obwohl in Oesterreich bis nun zu, ausser den 3pfd. eisenblech. Gebirgs- und den 7pf. eis. Festungs-Laffeten, noch keine eisernen Laffeten definitiv eingeführt sind, so steht doch ihr ausgedehnterer Gebrauch bei den oben genannten Geschützen bevor (Laffeten für gezog. Küstengeschütze stehen gegenwärtig von Seite des k. k. Artillerie-Komité's schon im Versuche) und es wird daher im Folgenden bei der Besprechung der Eigenschaften der Gestelle auch auf diese Materie eingehend reflektirt werden, und dies umsomehr, da in neuester Zeit die Anwendung eiserner Laffetirungen in anderen Artillerien im Fortschreiten begriffen ist. Die Schleifen sind in Oesterreich von Holz und mit Eisen beschlagen, Theile der Richtmaschine und bei weittreibenden Mörsern die Schildpfannen sind von Metall. Beim Küstenmörser ist die gusseiserne Auflageplatte zu bemerken.

Einige Artillerien bedienen sich eiserner Schleifen, deren gusseiserne Wandstücke mittelst hölzerner Riegel und Querbolzen verbunden sind. Dieselben haben mehr Dauer in der Aufbewahrung, sind aber bei starken Ladungen und hohen Elevationen des Rohres nicht so verlässlich beim Gebrauche als hölzerne, da letztere dem, bei ersteren nicht selten vorkommenden Zerspringen nicht ausgesetzt sind.

Die bei der Erzeugung des Gestelles in Anwendung kommenden Holz-Arten richten sich nach den eigenthümlichen Eigenschaften derselben; — das Schmiedeisen wird dort angewendet, wo eine verhältnissmässig grosse Haltbarkeit gefordert wird, wie bei Achsen, Ketten, Schrauben, Haken, Ringen, Pfannen, Wellen u. a. m.; — ferner zum Zusammenhalten und Verstärken der Holztheile oder (wie in anderen Artillerien definitiv, in Oesterrreich versuchsweise) zur Verbindung gusseiserner Bestandtheile der eis. Laffeten, wohl auch zu bestimmten Theilen derselben, die eine besondere Zähigkeit beanspruchen; — endlich können auch ganze Laffeten daraus gefertigt werden. Gusseisen kommt bei einigen Artillerien zu Mörserschleifen, dann zu Wandblöcken der Küsten-, Schiffs- und Batteriegeschütze zur Anwendung; — in Oesterreich versuchsweise zu ersteren, weiters zu kleineren Theilen der Gestelle, z. B. Radbüchsen etc. Starkes Eisenblech kommt in Oesterreich zur Erzeugung der obengenannten 3- und 7pfd. Laffeten, bei einigen andern Artillerien (Schweiz etc.) auch zu jener der Feldlaffeten in Verwendung. — Schwächeres Blech kommt bei Deckelbeschlägen, Seitenbeschlägen der Kasten etc. in Gebrauch. Statt Geschützbronze kann zu Richtmaschinenmuttern, Schildpfannen etc. mit Vortheil Hartguss, eine Mengung von 8 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn, die härter als Bronze ist, verwendet werden.

§. 297. Die versuchsweise oder definitive Anwendung des Schmiedeisens statt des Holzes bei Laffeten geschieht schon seit einer beträchtlichen Reihe von Jahren, und hat ihren Grund in der stets steigenden Vertheuerung des Holzes, in den pekuniären Nachtheilen, welche die als nöthig erachtete langjährige Depositirung des zur Verarbeitung bestimmten

*) Die Schweiz, England und Schweden haben theilweise auch eiserne Feldlaffeten; — Oesterreich, England etc. eisenblecherne Gebirgslaffeten in Anwendung.

Holzes mit sich bringt, und in der geringen Dauer, welche die, atmosphärischen Einflüssen ausgesetzten, hölzernen Laffeten beurkunden.

Ungeachtet dieser für den Gebrauch des Holzes ungünstig sprechenden Umstände, ungeachtet mehrfacher Vortheile, welche das Eisen besonders in ökonomischer Beziehung bietet, ist dasselbe bis vor kurzer Zeit nur bei den für Festungs- und Küstengeschütze bestimmten Laffeten einiger Staaten, und zwar in Russland, Preussen, Frankreich, England angewendet worden. (Auf die eisernen Laffeten dieser Staaten kommen wir — unter Punkt „3. Form, Konstruktion und Einrichtung des Gestelles etc.“ — zurück.)

Man machte den bisher konstruirten schmiedeisernen Laffeten hauptsächlich den auch bei österreichischen Versuchen konstatirten Vorwurf, dass dieselben durch treffende Geschosse in viel höherem Grade als hölzerne Geschützgestelle beschädigt werden, beschränkte daher den Gebrauch der schmiedeisernen Laffeten auf solche Fälle, wo die Geschütze durch Deckungen den feindlichen Schüssen ganz oder grösstentheils entzogen sind.

Erst in neuester Zeit (seit 1860) hat die Schweiz aus Schmiedeisen und beziehungsweise aus Eisenblech erzeugte Laffeten (Feldlaffete des Müller'schen Systems) für Feldgeschütze eingeführt, und obwohl präcise Daten über die diesfälligen Versuche nicht veröffentlich wurden, so kann man doch die erwähnte Massregel als Folge der erlangten befriedigenden Resultate betrachten.

Was die 4pfd. Feldlaffete des schweizerischen Systems Müller betrifft, so sei hier bemerkt, dass diese eiserne Laffete mit ihrem Richtgestelle und Richtapparate einen schon längst in der Artillerie angestrebten Fortschritt zeigt. Die Erfahrungen, welche die belgische und die sächsische Artillerie über die Dauerhaftigkeit der Blechlaffeten und deren Verhalten gegen feindliche Projektile gemacht haben, im Vereine mit der Art und Weise wie die Blechlaffete eines versuchten Modells der Schweizer Artillerie, welche überdies seitdem bedeutend verstärkt wurde, das Schiessen unter sehr hoher Elevation aushielt, berechtigten zu der Erwartung, dass diese Blechlaffeten ein sehr befriedigendes Widerstandsvermögen gegen die Erschütterungen auf dem Marsche und im Gefecht, überhaupt beim Transport und gegen die Stösse beim Schiessen zeigen werden, und veranlassten die schweizerische Artillerie zu ihrer Einführung. Dass diese Laffeten nach dem im Früheren erwähnten an Haltbarkeit im Magazine und gegen den Einfluss der Witterung den bisherigen hölzernen Laffeten weit überlegen sind, bedarf keines weiteren Beweises; allein die Schweizer-Artillerie leitete bei der Einführung dieser Laffeten überdies die Anschauung, dass dieselben auch noch andere Vortheile gewähren, nämlich die leichte Herstellung einer zerschossenen Laffete, falls man einige Vorrathsstücke besitzt, — der Umstand, dass feindliche Projektile, die die Blech-Laffete treffen, keine Splitter umherschleudern, wie beim Auftreffen auf gewöhnliche Holzlaffeten, — und die Gewissheit, dass Blech in passender Stärke und Qualität je länger, je häufiger und zu zunehmend billigem Preise anzutreffen sein wird, während passendes Holz zu Laffeten je länger, je seltener wird, und nur zu stets steigenden Preisen zu bekommen ist.

Wenn man nun auch dieser Anschauung nicht in allen Punkten beizustimmen vermag, so forderten doch die früher erwähnten Nachtheile hölzerner Laffeten, die eben erwähnten Versuchs- und Erfahrungs-Resul-

tate anderer Artillerien, dann der hohe Standpunkt der Eisenindustrie, die Ausdauer und Billigkeit des Eisens überhaupt, sowie die leichte Erzeugung und der geringe Preis der Eisenbleche dazu auf, diesen Stoffen auch in der österreichischen Artillerie eine möglichst ausgebreitete Anwendung im Laffetenfache zu verschaffen, was zu der im §. 299 erwähnten Einführung und Erprobung eiserner Laffeten führte.

Ausser den genannten eis. Feldlaffeten scheinen uns die des Ingenieurs Riggenbach und des engl. Kapitän Blackely besonders beachtenswerth; die Riggenbach'schen Feldlaffeten empfehlen sich überdies durch ihre einfache Konstruktion für eine versuchsweise Nachahmung.

§. 298. Gusseiserne Laffeten finden bis nun zu nur eine sehr beschränkte Verwendung; denn obwohl im Allgemeinen die Anwendung des Gusseisens zu Geschützgestellen wegen ausserordentlicher Billigkeit und Ausdauer sehr wünschenswerth wäre, so zwingt doch das ungünstige Verhalten des Gusseisens gegen die Wirkungen des Rückstosses und gegen treffende Projektile zu einer entsprechenden Vergrösserung der Breite- und Dicke-Dimensionen, wodurch die Gestelle zu schwerfällig werden.

Wohl hat auch die Natur und Beschaffenheit des verwendeten Gusseisens für dessen Erzeugung zu Geschützgestellen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung, und hiernach dürften sich die Resultate, welche mit einer bestimmten Roheisengattung erlangt wurden, beim Gebrauche einer anderen Sorte wesentlich modificiren. Für Geschütze, welche ihr Emplacement in gedeckten Räumen erhalten, und nur eine geringe Beweglichkeit bedürfen, werden gusseiserne Laffeten eine zweckmässige, mit ökonomischen Vortheilen verbundene Anwendung finden können. Bisher wurde das Gusseisen in der englischen, französischen, preussischen und russischen Artillerie hauptsächlich zur Erzeugung der Wände für Mörserschleifen, in England und Russland auch für Laffeten der Festungs- und Küstengeschütze in Gebrauch genommen.

In neuerer Zeit beschäftigt man sich auch in Schweden mit der Anwendung von Gusseisen bei der Laffetirung; — wir erwähnen hier der gusseisernen Laffete von Engström (Kasemattlaffete), welche sich durch ihr verhältnissmässig kleines Gewicht, kleines Volumen, und ihre auf eine möglichst geringe Zurückspielung berechnete Konstruktion auszeichnet.

Im Uebrigen verweisen wir hier auf Punkt „3. Form, Konstruktion und Einrichtung des Gestelles etc.“

§. 299. Die Bemühungen der österreichischen Artillerie, mit Bezug auf die Einführung eiserner Laffeten, geben wir im Folgenden in gedrängter Kürze.

Bei den im Frühjahre 1864 mit 3pfd. Gebirgs-Batterien in Tirol ausgeführten scharfen Schiessübungen sind nach einer verhältnissmässig sehr geringen Anzahl von Schüssen 12 Laffeten derart beschädigt worden, dass eine Aenderung in ihrer Konstruktion dringend geboten war.

Von der Ansicht ausgehend, dass alle Verstärkungen und Konstruktions-Aenderungen an den 3pfd. hölzernen Gebirgs-Laffeten nur Palliative sind und dass selbst das Tormentiren dieser Laffeten keinen verlässlichen Massstab für die gute Wahl eines entsprechend festen Holzes abgibt, glaubte das Artillerie-Komité in der Annahme von eisenblechernen Laffeten die beste Abhilfe gefunden zu haben und rieth sofort auf die nothwendige Erprobung ein.

Nach völlig befriedigender Durchführung der Schiess-, Dauer-, Pack-

und Transport-Versuche mit eisenblechernen 3pfd. Gebirgs-Laffeten, bei welchen die früheren Räder, die hölzernen Achsen und einige andere Bestandtheile beibehalten wurden, erfolgte die Einführung derselben und die Sanktion der diesfälligen im Artillerie-Komité entworfenen Konstruktionen. (Kriegs-Ministerial-Erlass, Abtheilung 7, Nr. 3389, 24. September 1864.)

Die beiden eisenblechernen Wände dieser Laffeten sind 3‴ stark, vorn an der Stirn 4″ 2‴, bis zum Schildpfannenmittel 6″ 6‴, hinter demselben 7″, beim Richtmaschinensteg 4″ und unten 3″ hoch; nach der ganzen Länge durch 2 innere, nächst der hölzernen Achse durch 2 kurze äussere und nächst den Schildpfannen durch 2 Schildpfannen-Winkeleisen, welche 2½‴ stark, 1″ 2‴ breit und rechtwinklig abgebogen sind, verstärkt; — endlich auf 8″ 6‴ hinter der Stirne durch den 7‴ starken, 6″ 4‴ langen Querbolzen, auf 24″ 9‴ von dem genannten Orte durch den 4‴ starken rechtwinklig abgebogenen Richtmaschinensteg, und am untern Ende durch die 3‴ starke, 5″—5″ 3‴ breite und 6″ 6‴ lange Sohle verbunden. — Die Schildpfannen sind 4‴—5‴ stark und mit Schilddeckeln zu schliessen. — Die Richtschraube von bekannter Einrichtung ist aus Schmiedeisen, die zugehörige Mutter von Bronze. — Die mit Legeisen versehenen hölzernen Achsen sind 38″ 6‴ lang (Geleisweite 28″). — Die hölzernen Räder 36 zöllig. — Die Hemmstricke von bekannter Einrichtung. — Die ganze Länge der Laffete vom hintersten Punkt der Sohle bis zum vordersten Punkt der Räder beträgt 59″ 3‴. — Die Erhöhung der Rohrachse über den Boden ist 25″ 9‴. — Die grösste Elevation ist 25, die grösste Senkung 8 Grad. — Das Gewicht der kompleten Laffete beträgt 168 Pfund.

Zur Verwendung eisenblecherner Festungs- (Kasematt-) Laffeten bei den 7pfd. eis. leicht. Granatkanonen führten die nachfolgenden Umstände:

Obschon nämlich die Herstellung der in das Batterie-Geschütz-System vom Jahre 1859 gehörigen 7pfd. eisernen leichten Granat-Kanone ihrer zahlreich vorhandenen Ersatz-Geschütze älterer Konstruktion wegen, voraussichtlich noch lange nicht wirklich zu Stande kommen dürfte, hat das Artillerie-Komité wegen der Vollständigkeit des Batterie-Geschütz-Systems vom Jahre 1859 die Zeichnung der 7pfd. leichten Granat-Kanone dem hohen Kriegs-Ministerium vorgelegt, und bei der Konstruktion dieses Rohres dem Antrage der Kommission des Artillerie- und Genie-Komité Rechnung getragen, welche im Jahre 1861 die Durchführung einer geregelten Ausrüstung aller festen Plätze in der ganzen Monarchie zur Aufgabe hatte.

Die zu Grunde gelegten Bedingungen waren: Die Bohrung ohne Kammer herzustellen, damit das Laden erleichtert, ein schnelles Feuer erzielt und ein möglichst kräftiger Kartätschenschuss erreicht werde; dann dem Rohre wegen seiner Verwendung hinter Kasematt-Scharten eine entsprechende Länge und zur Erzielung einer genügenden Maniabilität auch ein möglichst geringes Gewicht zu geben.

Die grösste Ladung wurde mit 42 Loth angenommen, und dabei die thunlichste Verringerung des Rücklaufes im Auge behalten.

Für den Gebrauch des vorgenannten Rohres wurde ursprünglich die 8pfd. Feld-Laffete vorgeschlagen. Mit Hinblick auf die Bestimmung der 7pfd. leichten Granat-Kanone, nicht nur im Freien, sondern auch in Kasematten, Caponnièren etc. gebraucht zu werden, erschien aber die Verwendung einer anderen Laffeten-Gattung wünschenswerth.

Nachdem wegen der bestehenden, nicht unerheblichen Differenzen die 7pfd. leichte Granat-Kanone in der Festungs- und Depressions-Laffete der 7pfd. schweren Granat-Kanone nicht benützt werden kann, blieb nichts anderes übrig, als eine eigene Laffete für dieses Rohr zu entwerfen.

Das Artillerie-Komité beantragte hiezu eine vom Oberlieutenant Weiler entworfene eisenblecherne Festungs- (Kasematt-) Laffete.

Dadurch sollte auch die Gelegenheit geboten werden, die Eisenkonstruktion bei den Laffeten etc. der Batterie-Geschütze, welche ganz besonders in jüngster Zeit angestrebt wird, zu erproben.

Der Schiessversuch aus der 7pfd. leichten Granat-Kanone hatte die Erprobung der Ausdauer von Rohr und Laffete, sowie die Ermittlung des Rücklaufes zum Zwecke, lieferte auch die Daten zur Zusammenstellung der Schiesstafeln und liess am Schlusse erkennen, dass Rohr und Laffete für die Einführung geeignet sind.

Die bezüglichen Anträge wurden vom hohen Kriegs Ministerium mit dem Erlasse vom 27. Februar 1865, Abtheilung 7, Nr. 518, sanktionirt.

Die eisenblecherne Kasemattlaffete für die 7pfd. leichte eis. Granatkanone erhöht die Schildzapfenachse über die Kasemattsohle um $44^2/_3$″ (30 zöllg. Räder, — Batterie-Bettung oder Bettung mit oder ohne Kugelrinne und Reihbalken) und gestattet einen Elevationswinkel von 12 (bei Anwendung der Battr.-Bettg. von 18) und einen Senkungswinkel von 20 (14) Grad. — Das Rohr reicht (vom vorder. Visirpunkt gezählt) auf $5^2/_3$ (14·5) Zoll in die Scharte.

Endlich führte die im §. 166 besprochene Erprobung gezogener Küstengeschütze zur Konstruktion einer entsprechenden eisernen Laffete.

Diese aus Gusseisen in Mariazell erzeugte Laffete ist im Wesentlichen ein Block, der eine den Schiffs-Laffeten ähnliche Form besitzt, und so wie diese eine schleifende Bewegung auf dem zur Unterlage dienenden Rahmen zulässt. Zu diesem Zwecke ist die Laffete an ihrem unteren Theile, zunächst der seitlichen Begrenzung rechts und links, der Länge nach mit ebenen Schleifflächen versehen, welche jedoch vorne so abgenommen sind, dass, bei normaler Stellung der Laffete auf dem Rahmen, diese Abnehmung nicht auf den Schleifflächen des letzteren aufruht.

In dem zu Wandtheilen formirten Vordertheil der Laffete ist in der Längenrichtung der Schleifflächen oberhalb der erwähnten Abnehmung rechts und links eine Rolle angebracht, welche bei rückwärtigem Heben der Laffete auf die Rahmensohlen zu liegen kommen, und die Vorwärtsbewegung der Laffete wesentlich erleichtern.

In derselben Absicht befindet sich auch in der Längenmitte des rückwärtigen Laffeten-Endes eine Rolle, welche auf dem am Rahmen befindlichen Hebel ruht, und das leichtere Bewegen der Laffete vermittelt.

Zur Lagerung der Schildzapfen hat die Laffete an ihrem oberen Theile, rechts und links entsprechende Ausschnitte ohne Schilddeckel.

Die Richtmaschine besteht aus einer stählernen Richtschraube mit segmentförmigem Kopfe und einem Richtkreuze; ferner aus einer bronzenen Mutter. Zur Aufnahme dieser Richtmaschine ist der rückwärtige massive Theil der Laffete durchbohrt, an dieser Stelle die bronzene Mutter eingesetzt und mit Schrauben befestigt.

Die Laffete, im Gewichte von 9228 Pfund, lässt eine Senkung von 10 und eine Elevation von 15 Grad zu.

Der Rahmen wurde ebenfalls im Mariazeller Gusswerke angefertigt; er besteht der Hauptsache nach aus zwei an den oberen oder Schleifflächen gehobelten Rahmenwänden, welche vorn durch eine Brücke, hinten durch einen Riegel, dann durch mehrere Bolzen mit einander verbunden sind.

Ein weiterer Bestandtheil ist der schmiedeiserne gabelförmige Hebel, welcher die Bestimmung hat, die Vorwärtsbewegung des nach dem Schusse zurückgespielten Geschützes zu erleichtern.

Mit Ausnahme des Hebels, dann aller Bolzen, Schrauben, Muttern, Nägel,

Oehre, und der Schämelträger, welche aus Schmiedeisen erzeugt sind, ist alles Uebrige aus Gusseisen hergestellt.

Das Gewicht des kompleten Rahmens beträgt 6342 Pfund.

Der Reihrahmen ist dem in der k. k. Artillerie eingeführten konform; er besteht aus 2 Tragklötzen, die mit 2 Quer- und 1 Mittelriegel verbunden sind, und ist in der Mitte der beiden Klötze und Querriegel mit Ausstemmungen versehen, welche zur Befestigung des Reihklotzes dienen.

Auf den zu diesem Rahmen gehörigen gusseisernen Reihklotz und den Bettungsbogen, welcher eine Seitenwendung des Geschützes von 20° rechts und links erlaubt, kommen wir an der entsprechenden Stelle zurück.

Die Konstruktion und Einrichtung dieser Laffete und des Rahmens haben sich bei dem im §. 166 besprochenen Versuche als zweckmässig herausgestellt, indem sie nicht nur eine leichte Handhabung und Bedienung des Geschützes gestatteten, sondern auch sonst entsprochen haben. — Was die Ausdauer derselben betrifft, so kann hierüber, wegen der geringen Zahl der bei dem erwähnten Versuche gemachten Schüsse, kein Urtheil gefällt werden.

Im Uebrigen kommen wir auf sämmtliche vorgenannte eiserne Laffeten — unter Punkt „3. Form, Konstruktion und Einrichtung des Gestelles etc." — eingehender zurück.

Im Folgenden sollen nun die einzelnen Materien — Holz und Eisen — näher besprochen werden.

α. Das Holz.

§. 300. Unter allen Materialien findet das Holz die ausgedehnteste technische Anwendung; die genaueste Kenntniss desselben muss daher selbstverständlich für den Techniker von grosser Wichtigkeit, ja unentbehrlich sein.

Das Holz ist jedoch kein so einfaches gleichförmiges Material, um leicht eine umfassende Kenntniss von demselben erlangen zu können. Es handelt sich bei dem Holze für technische Zwecke auch nicht blos darum zu beurtheilen, ob das zur Verarbeitung kommende von guter Qualität sei, nämlich keine Fehler habe; der Techniker muss vor Allem unter den vielerlei, mit den mannigfaltigsten — ohne Uebereinstimmung unter sich — begabten Holzarten die, den verschiedenen Zwecken entsprechendste auswählen. Um dieses zu können, muss er eine vollkommene Kenntniss aller Eigenschaften der Holzarten besitzen und wenigstens wissen, welcher diese oder jene Eigenschaft im höheren Grade eigen ist.

Wenn aber schon der Civil-Techniker zu seinem eigenen und seiner Kunden Vortheil, oder aus Interesse für sein Fach und aus Ehrgeiz eine sorgfältige Auswahl der Hölzer nach Gattung und Qualität treffen und sich die, zu diesem Behufe nöthige Kenntniss des Holzes zu verschaffen angelegen sein lassen wird; um wie viel mehr muss dieses die Pflicht des Artillerie-Technikers sein, dessen Erzeugnisse einen so wichtigen Zweck haben.

Ein für das Artilleriematerial in Bezug der erforderlichen Festigkeit und Dauerhaftigkeit unzweckmässig gewähltes, oder ein nicht gut konservirtes Holz kann im Felde, wie in den Festungen oft grosse Verlegenheiten bereiten, ja in entscheidenden Momenten die unglücklichsten Folgen haben. Nebst dem, dass es aus dieser Ursache unverantwortlich wäre, nicht mit

strenger Gewissenhaftigkeit in jeder Hinsicht für die beste Qualität des Artilleriemateriales zu sorgen, muss dem technischen Artillerie-Officier auch noch die Ehre der Waffe am Herzen liegen, wenn er auch gewöhnlich nicht mehr die Bestimmung hat, im Felde daran Theil zu nehmen.

Ueberdies ist auch der Kostenpunkt bei einer bedeutenden Artillerie (wie beispielsweise die k. k. österreichische) ein sehr gewichtiger, nie zu übersehender Faktor.

Die Wichtigkeit der Kenntniss aller Eigenschaften der Holzarten ist leicht erklärlich: Wissen wir, welche Holzart schneller austrocknet, so werden wir, wenn uns nicht wichtigere Rücksichten bestimmen, jene Holzart vermeiden, welche eine längere Zeit zur Austrocknung erfordert; weil dieselbe nicht so schnell zur Verarbeitung disponibel ist, und somit auch noch davon grosse kostspielige Vorräthe gehalten werden müssen. Die Kenntniss des Verhaltens einer jeden Holzart in Bezug der Festigkeit wird uns lehren, die für diesen oder jenen Zweck geeignetste Gattung zu wählen; widrigenfalls entweder nicht die entsprechende Festigkeit erzielt würde, oder den Bestandtheilen eine grössere Breite und Dicke gegeben werden müsste, was wieder ein grösseres Gewicht und grössere Kosten zur Folge hätte. Eben so wird die Kenntniss des specifischen Gewichtes uns abhalten, unnöthig eine schwerere und dabei meistens kostspieligere Holzart anzuwenden.

Nebst diesen sind noch manche andere Eigenschaften, dann die natürliche Dauer, so wie die, den verschiedenen Holzarten eigenen Fehler und Krankheiten von Wichtigkeit und somit zu berücksichtigen. Wenn auch dem technischen Artillerie-Officier nicht die eigenmächtige Wahl der Holzgattungen zusteht; so müssen von ihm, als Mann des Faches, doch gründliche massgebende, selbstständige Urtheile, sowie auch Vorschläge erwartet werden können, und soll sich derselbe nie im Bewusstsein der Unkenntniss dem Ausspruche der Werk-Meister in technischen Artillerie-Anstalten gläubig anschliessen.

Der technische Artillerie-Officier muss aber nicht blos die richtige Auswahl der Holzgattung und die Qualität des zu übernehmenden Holzes zu beurtheilen verstehen, sein Antheil an dem Holze geht noch darüber hinaus. Er hat das Holz so zu sagen, durch das ganze Leben desselben zu begleiten und zu behandeln: er muss es oft am Orte seiner Entstehung, im Baum des Waldes aufsuchen, auswählen, sodann fällen und für die Depositirung vorbereiten lassen, übernehmen, depositiren, für die Konservirung desselben sorgen, es zur Erzeugung verwenden, die Fabrikate verwalten und, wenn dieselben endlich durch Zeit und Gebrauch gelitten haben, ihre weitere Tauglichkeit oder ihre Eignung zur Kassirung beurtheilen und aussprechen. Er muss somit mehr oder minder die Fachkenntniss des Forstmannes, des Holzhändlers und Technikers in sich vereinigen.

Das Holz im Allgemeinen.

Organischer Bau des Holzes.

§. 301. **Wenn man die Querschnittfläche eines Baumstammes betrachtet, so wird man mehr oder minder deutlich eine Verschiedenheit der Theile erkennen.**

Der äusserste Theil, die Hülle des Ganzen, heisst bekanntlich die Rinde; innerhalb derselben liegt der Bast, eine aus lose aneinander gelagerten, sehr langen, biegsamen und zähen hohlen Fasern gebildete Schichte; an diesen schliesst sich der Splint, eine holzartige, jedoch weichere Masse, welche wie ein Ring das eigentliche Holz umgibt und sich von demselben meist durch eine hellere Farbe unterscheidet. Das Holz selbst endlich bildet den inneren festeren Theil und gewöhnlich die Hauptmasse des Stammes, in dessen Mitte das aus lockerem, schwammigem Gewebe bestehende und in der Regel gegen die Holzmasse unbedeutende Mark sich befindet.

Das Mark ist nicht bei allen Holzgattungen bemerkbar und oft sehr verschieden an Farbe, Form und Ausdehnung, wodurch es als ein Kennzeichen der Holzart dient; in der technischen Artillerie jedoch weniger, da hier das Holz grösstentheils ohne Kern einzuliefern kommt. Das Mark verschwindet bei manchen Bäumen im Alter, indem sich dasselbe immer mehr holzartig ausbildet, somit härter wird; es reisst aber leicht auf und ist bei vielen Nutzhölzern nicht zu gebrauchen. Auch die Breite des Splints ist verschieden und nicht selten für die einzelnen Holzarten bezeichnend; sie hat für die Technik dadurch eine grosse Bedeutung, dass der Splint — als der Zerstörung durch Insekten und dem Vermorschen sehr unterworfen — bei den meisten Holzarbeiten weggeworfen werden muss.

Der innere Bau des Holzes besteht wesentlich in Folgendem.

Die Holzmasse ist in kreisförmigen Holzschichten (Holzringen, Jahrringen) um das Mark, oder, wo dieses nicht sichtbar ist, um die Achse des Stammes gelagert.

Diese Holzschichten bestehen aus einem engen Gewebe, dessen Elementar-Organe Holzfasern und Holzporen — erstere in vorwiegender Menge — bilden.

Die Holzfasern sind mehr oder weniger lange, dickwandige, spindelförmige, oben und unten geschlossene Zellen, deren hohle Räume bei den Nadelhölzern, wo sie viel weiter als bei den Laubhölzern sind, oft selbst mit freiem Auge bemerkt werden können. Ihr innerer Raum zeigt sich durch Verholzung schon in den jüngsten Fasern verengt. Bei den Laubhölzern befinden sich nebst den erwähnten, nach der ganzen Länge hohlen Zellen noch eine zweite Gattung, die übereinander in Schichten abgetheilt sind und daher Schichtzellen heissen; sie stehen unter sich nicht in Kommunikation und sind theilweise mit Stärkmehlkörnern erfüllt.

Zwischen den Holzfassern und durch ihre grössere Weite ausgezeichnet stehen mehr oder weniger zahlreich, einzeln oder in Gruppen die Poren, oder besser gesagt die Holzröhren, da sie ebenfalls eigene Gefässe und zwar längere als die Holzfaserzellen bilden. Sie erscheinen auf der Querfläche als kleine runde Löcher, in den Längenflächen des Holzes als Furchen, wie man beim Eichenholz deutlich erkennen kann. Jede Röhre besteht aus kurzen Gliedern, deren Querscheidewände durch eine rundliche Oeffnung durchbrochen sind und wodurch alle Glieder eine gemeinschaftliche Röhre bilden.

Die Holzporen der Laubhölzer enthalten am stehenden Baume Luft oder Saft — je nach der Jahreszeit und dem Alter der Holzschicht — während die Poren der Nadelhölzer eine sehr harzreiche Flüssigkeit enthalten, weshalb man sie hier auch Harzporen nennt. Die letzteren sind meistens so weit als die stärkeren Laubholzporen, jedoch nie in so grosser Zahl vorhanden, auch selten in Gruppen gestellt und bei der Tanne fehlen sie ganz. Die Laubholz- wie die Harzporen scheinen zur Rückleitung der Bildungssäfte bestimmt zu sein.

Das Harz, bei den Laubhölzern in unbedeutender Menge, findet sich in allen Organen der Nadelhölzer durch die ebenfalls reichlich vorhandenen ätherischen Oele aufgelöst im flüssigen Zustande vor; in freier Luft verdünsten die letzteren und das Harz bleibt in festerer Form zurück. In den Organen der Laubhölzer ist dagegen der Gehalt an Stärkmehl vorwiegend.

Das mehr oder minder innig und fest verwachsene Gewebe der Holzröhren, der einfachen Holzfaser- und Schichtzellen, welche sämmtlich vertikal im Stamme stehen, wird von grösseren und kleineren Markstrahlen (Spiegelfasern) durchzogen. Sie laufen von dem Mark strahlenförmig nach allen Seiten und stellen die Verbindung zwischen dem Mark und den inneren und äussern Holzschichten, oft bis in die Rinde, her und tragen zur Festigkeit des Ganzen bei. Sie erscheinen auf der Querschnittfläche (Hirnfläche) als schwach glänzende und in der Regel gerade Linien, in einer Schnittfläche, welche durch die Mitte des Stammes geht, jedoch als mehr oder minder breite Streifen. Sie bestehen aus einer dem Mark ähnlichen Masse und unterscheiden sich durch Glanz und Farbe auffallend von der übrigen Holzmasse. Man nennt eine, in der Richtung der Spiegelfasern gehende Spaltfläche: Spiegelfläche.

Bei den Nadelhölzern ist das System der Markstrahlen dem der Holzfasern höchst untergeordnet, und da die genannten Hölzer auch keine Schichtzellen und nur eine

geringe Anzahl oder auch gar keine Holzröhren haben, so ist der Bau derselben viel einfacher; woher die grosse Gleichförmigkeit oder Einförmigkeit in der Textur dieser Hölzer kommt. Nur die zuletzt gebildeten Schichten eines jeden Jahrringes unterscheiden sich durch Dichtheit und dunklere Farbe von den früher gebildeten Schichten; jedoch ist die grössere Dichte nur Folge der Verengerung des Durchmessers einer jeden Holzfaser in der Richtung des Radius und Verdickung der Gefässwände.

Bei den Laubhölzern ist dieses auch, jedoch in geringerem Masse, der Fall; hier bilden dagegen die Holzröhren gewöhnlich eine scharfe Grenze der Jahrringe, indem sie meistens an den innersten Grenzen derselben in Bündeln stehen und eine förmliche Röhrenschicht bilden.

Die Wände aller Organe in den vertikalen Holzschichten sind porös; sie haben nämlich mehr oder weniger, meist trichterförmige Poren, die in einander oder in die Markstrahlen münden und zur Weiterleitung der Säfte dienen.

Das Vorbesagte enthält, ohne in eine vollständige Anatomie einzugehen, das Wesentlichste über die Struktur des Holzkörpers, in welchem die Holzfaser das feste Skelet oder das Hauptgerüste bildet.

Die Holzfaser, Pflanzenfaser, selbst ist — wenn man sie auf künstlichem Wege von allen fremden Bestandtheilen befreit — weiss, faserig, geruch- und geschmacklos, unauflöslich durch Wasser, Laugen und verdünnte Säuren, und, im trockenen Zustande, unveränderlich an der Atmosphäre. Sie zieht in Folge der durch die Nebeneinanderlagerung der Fasern gebildeten Kapillargefässe Feuchtigkeit an und wird sodann durch vereinigte Wirkung von Wasser, Licht und Luft zerstört.

Säuren bringen verschiedene Wirkungen auf sie hervor; so z. B. wird sie durch Salzsäure mürbe, zerreisslich und endlich ganz zerstört; durch heisse koncentrirte Schwefelsäure aber verkohlt; Salpetersäure färbt die Faser gelb.

Die reine Holzfaser besteht im Durchschnitte aus beiläufig:

50	Procent	Kohlen-	Stoff	ohne beträchtliche Abweichungen bei den verschiedenen Holzarten.
41·5	„	Sauer-		
6·3	„	Wasser-		
1·2	„	Stick-		

Bildung des Holzes.

§. 302. Das Wachsthum einer jeden Pflanze erfolgt, indem sie durch ihre äusserlichen Organe — die Wurzeln und Blätter — wässerig flüssige und luftförmige Stoffe aufnimmt, aus welchen sich ein Nahrungsstoff bildet, der in den Pflanzenkörper übergeht.

Durch die Wurzel saugt die Pflanze Wasser aus dem Boden, welches für sich zum Leben der Pflanze nothwendig ist, derselben aber auch verschiedene Nahrungsstoffe aufgelöst zuführt. Diese Flüssigkeit steigt im Stamme aufwärts und wird allmälig, besonders durch die Einwirkung der gasförmigen Stoffe, welche sich die Pflanze aus der atmosphärischen Luft aneignet, wesentlich verändert. Indem sich dieser flüssige Bildungsstoff weiter verbreitet und im Stamme der Pflanze eine rückgängige Bewegung macht, erwächst hieraus allmälig das Holz in Folge anfänglicher Verdichtung und später krystallinischer Erhärtung.

Die Vergrösserung des Stammes in der Dicke erfolgt, indem sich aus dem Bildungssaft eine neue Bastschichte erzeugt und aus dem älteren Bast einerseits eine neue Rinde — anderseits eine neue Splintschicht bildet. Der Bast vertritt recht eigentlich die Stelle der Adern an dem Baume; in ihm hauptsächlich zirkulirt der Saft und deshalb muss ein Baum eingehen, wenn alle Bastfasern ringsum durchschnitten werden; während er noch fortleben kann, wenn er nur noch Bast und Rinde hat, mag auch die eigentliche Holzmasse ganz verfault und verschwunden sein, wie man an vielen hohlen Bäumen sieht. Der ältere Splint übergeht durch Verdichtung nach und nach in junges Holz, und das junge Holz in altes, welches gegen die Mitte zu, wo es Kernholz heisst, dichter, schwerer, härter und fester wird.

Das Kernholz erlangt seine Dichtigkeit dadurch, dass sich aus dem Safte der Zellen immer mehr feste Massa (Holzsubstanz) an den Zellenwänden ablagert, inkrustirt; wodurch die Zellhöhlungen immer mehr verengert, ja endlich ganz ausgefüllt werden.

Da die Lebensthätigkeit unserer Bäume im Winter eine Unterbrechung erleidet, und mit dem Frühjahre die Natur zu neuer Thätigkeit erwacht, so wird alle Jahre neuer Bildungssaft und eine neue Bastschicht erzeugt, die sich, wie vorbesprochen, nach und nach zum eigentlichen Holze ausbildet. Es legt sich somit alle Jahre um den Stamm eine neue Schichte an und es bilden sich dadurch so viele koncentrische Ringe, als der Baum Jahre zählt, welche man auch, wie früher erwähnt, Jahrringe

nennt. In heissen Ländern, wo die Lebensthätigkeit der Natur keine Unterbrechung erleidet, finden sich im Holze auch keine Jahrringe.

Nebst der Zunahme des Stammes in der Dicke erfolgt ein allmäliges Wachsthum desselben auch in die Höhe daduch, dass der Nahrungs- oder Bildungssaft gleichzeitig auch eine Fortsetzung der Holz- und Rindenschichten nach der Länge oder eine Ablagerung in dieser Richtung nach den Gipfeltrieben und Aesten bewirkt. Dieses Wachsthum hört jedoch in einer bestimmten Periode, je nach der Holzart, vollkommen auf.

Je nachdem nun die Jahrringe an sich breiter oder schmäler, gleichmässiger oder mit mehr hervortretenden Jahreskanten versehen sind und mehr koncentrisch oder excentrisch laufen; je nachdem die Holzfaserzellen und Poren enger oder weiter, dünn- oder dickwandig und letztere zahlreicher oder sparsamer, einzeln zerstreut oder gruppirt sind; je nachdem die Spiegelfasern schmäler und dünner oder breiter und dicker hervortreten und je nachdem das ganze Holzgewebe mehr oder weniger innig verwachsen, regelmässig, gleichförmig, vermasert, oder von eingewachsenen Aesten unterbrochen ist: entsteht auch ein höchst abweichendes, jeder Holzart eigenthümliches Gefüge, welches nicht nur als Kennzeichen der Holzart dient, sondern auch die Grundlage aller Eigengeschaften der Hölzer bildet, welche nachfolgend in Kürze besprochen werden.

Eigenschaften des Holzes.

§. 303. Saftgehalt, Verdunsten des Saftwassers, Austrocknung des Holzes. — Der in den Bäumen zirkulirende Saft besteht zum grössten Theil aus Wasser; er nimmt einen bedeutenden Theil des Gewichtes vom grünen Holze ein und man drückt ihn auch in Procenten des Grüngewichtes aus.

Der Saftgehalt ein und desselben Stammes bleibt sich jedoch nicht das ganze Jahr hindurch gleich, sondern er schwankt nach der Jahreszeit. Aus Versuchen geht hervor, dass im Durchschnitt sämmtlicher Holzarten der grösste Saftgehalt mit 50·5 Procent des Grüngewichtes in die Monate December, Januar und Februar fällt; bis zum März und April (die sogenannte Saftzeit, wo manche Bäume bluten und dadurch dem Auge saftreicher zu sein scheinen, während der im Winter verdickte Saft sich im Frühling nur auflöset und flüssiger wird) aber eine Abnahme bis auf 47·5 Procent und in den übrigen Monaten ein Schwanken des Saftgehaltes zwischen diesen Grenzen stattfindet. Bei den harten Laubhölzern ist die Saftabnahme vom Winter zum Frühling stärker als bei den weichen. Bei den Nadelhölzern findet diese Saftabnahme auch statt, aber bei denselben tritt wieder eine auffallende Saftgehaltssteigerung im Mai, Juni und Juli ein, welche sogar höher steigt als im Januar.

Die verschiedenen Holzarten haben verschiedene Saftmengen; doch auch dieselbe Holzart kann im Saftgehalt bedeutend abweichen, je nachdem sie, auf feuchtschattigem Boden gewachsen, schwammiger — hohler — oder auf fruchtbar trockenem Grunde massiger erwachsen ist. Das erstere wird nämlich mehr Wasser enthalten.

Die Saftmenge nimmt überdies in den Baumstämmen von unten nach aufwärts, so wie vom Kern gegen die Rinde zu.

Die durchschnittliche Menge des Saftgehaltes der verschiedenen Artillerie-Werkhölzer ist aus der 8. Tafel, §. 336, ersichtlich, in welcher die Eigenschaften der verschiedenen Holzarten zur vergleichenden Uebersicht nebeneinander gestellt erscheinen.

Wenn das Holz nach dem Fällen längere Zeit im Trockenen liegt, so verliert es einen grossen Theil seines Wassergehaltes durch Verdünstung, es wird trockener. Dieses Austrocknen wird im Allgemeinen um so schneller vor sich gehen, je grösser die Oberfläche im Verhältnisse zur Masse des Holzes ist, nämlich je mehr Berührungspunkte es der Luft bietet; dann je grösser der Luftwechsel, daher am langsamsten in verschlossenen Räumen, schneller im Freien, am schnellsten aber bei Zugluft; je wärmer und trockener die Luft, somit im Sommer oder im warmen Klima schneller, auch im Frühjahre wegen der häufigen Ostwinde. Sie findet ferner, wenn nicht andere Umstände die Regel ändern, im Anfange am stärksten statt und erfolgt immer langsamer, je näher der Feuchtigkeitsgrad des Holzes jenem der umgebenden Luft kommt. Tritt hierin endlich Gleichgewicht ein, so wird ein steter Wechsel des Feuchtigkeitsgrades im Holze stattfinden, indem dasselbe nach dem in der Atmosphäre sich ändernden Feuchtigkeitsgrad aus der Luft wieder Wasser aufnimmt oder an dieselbe abgibt.

Dass auch das gefällte, sogenannte todte Holz noch Feuchtigkeit aufzunehmen vermag, erklärt sich aus seiner hygroskopischen Eigenschaft als sehr poröser Körper und der Kapillarwirkung seiner vielen Gefässe.

Weiches Holz ist nicht durchgehends hygroskopischer als hartes; es kömmt meistens auf den Porenreichthum an. Der Splint ist hygroskopischer als das Kernholz; die Rinde aber am meisten, besonders je rauher sie ist.

Durch das Trocknen ohne Beihilfe künstlicher Wärme verliert das Holz niemals seinen ganzen Wassergehalt, es behält, selbst wenn es vollkommen lufttrocken ist, noch immer mindestens 10 Procent, welcher Gehalt bei Berührung mit feuchter Luft schnell wieder bis auf 20 Procent und darüber steigen kann.

Die Verdünstung erfolgt bei den verschiedenen Hölzern ebenfalls nicht gleichmässig.

Dichte, harte Holzarten werden, unter sonst gleichen Umständen, langsamer austrocknen als weiche; denn, obwohl sie im Durchschnitte weniger Saft enthalten, so hat die Feuchtigkeit bei einem dichteren Gefüge doch viel mehr Wände zu passiren, um an die Oberfläche und in Berührung mit der Luft zu kommen.

Der Splint haucht mehr und rascher Feuchtigkeit aus als Kernholz; an der Hirnfläche ist die Verdünstung am stärksten, weniger an der entrindeten Wölbfläche des Stammes, am schwächsten an einer Spiegelfläche. Porenreiches, langfaseriges Holz wird leichter ausdünsten, als ein porenarmes und kurzfaseriges. Doch gibt es Ausnahmen: Eichenholz trocknet trotz der vielen und weiten Poren, in Folge des übrigen kleinzelligen Gefüges, anerkannt langsam aus und die Nadelhölzer trocknen dagegen wieder in Betracht ihres porenarmen Holzes auffallend rasch, was der nur sehr geringen Menge kleinzelliger Spiegelfasern und den weiten Holzzellen zuzuschreiben ist.

Entrindetes Holz trocknet schneller als ein mit Rinde versehenes; erstens, weil die Rinde für die Feuchtigkeit ein erst zu durchdringendes Hinderniss, um an die Luft zu kommen, bildet; zweitens, weil die Rinde poröser, also hygroskopischer als das Holz ist und daher eine grosse Neigung hat, Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft aufzunehmen. Aus dieser Ursache ist es auch nöthig, die Werkhölzer vor ihrer Depositirung zu entrinden.

Hinreichende Trockenheit zur Verarbeitung erkennt man an dem Gewichte, an der hellen Farbe, am reinen Klange beim Anschlagen mit einem Hammer, an dem Geruche des mittleren Theiles einer Schnittfläche oder der Späne eines Bohrloches aus dem Innern des Holzes; am besten aber — mit Berücksichtigung des Grades der Trockenheit des Depots — aus der Zeit des Trocknens.

§. 304. Schwinden, Quellen, Werfen und Reissen. — Durch das Austrocknen des Holzes oder den Verlust eines grossen Theiles seines Saftwassers wird nicht nur das Gewicht, sondern auch die Form desselben verändert. Die Fasern, welche unter sich eine gewisse Anziehung besitzen, lagern sich nämlich nach dem Entweichen des sie trennenden Saftes näher aneinander, das Holz zieht sich somit in einen kleineren Raum zusammen — es schwindet.

Durch Wiederaufnahme von Feuchtigkeit dehnt sich auch das Holz verhältnissmässig aus — es quillt. Diese Aufnahme von Feuchtigkeit kann durch förmliche Tränkung, oder Anziehung aus der atmosphärischen Luft, deren schon früher Erwähnung geschah, bewirkt werden.

Wenn das Holz dem Bestreben, zu schwinden oder zu quellen nicht ungehindert in allen Theilen folgen kann, so krümmt es sich, oder verändert auf andere Weise seine Form: es wirft, verzieht sich, bekommt auch Sprünge, Risse.

Die an der Hirnseite entstehenden Risse nennt man Kernrisse. Die Wölbung wird beim Werfen durch Ausdehnung auf der ausgedehnten, bei einer Zusammenziehung auf der sich nicht zusammenziehenden Seite liegen.

Laufen die Fasern an einem länglichen Stück Holz nicht in gerader Linie parallel mit den Kanten desselben, so erfolgt bei einer einseitigen Austrocknung ein Drehen des Holzes, was mit dem Namen Windschiefwerden bezeichnet wird.

Würde das Holz das Wasser seines Saftes so langsam und durch alle Theile gleichmässig verlieren, dass die Fasern vollständig Zeit behielten sich dichter aneinander zu legen, so würde nur eine Verminderung des Volumens stattfinden. Das Holz ist jedoch sehr ungleich gebaut, die Feuchtigkeitsmenge innen und aussen verschieden und die äusseren Schichten hauchen dieselbe mit viel grösserer Energie, daher schneller aus, weil sie mit der Luft in Berührung stehen.

Der äussere Theil, welcher sich stärker zusammenzieht als der innere, muss daher platzen, reissen, es bilden sich bleibende Risse oder bedeutende Formveränderungen des ungleich geschwundenen Körpers. Je grösser ein Holzstück ist, eine desto grössere Verschiedenheit wird auch in seinen Theilen herrschen und desto häufiger müssen sich daher auch Risse bilden.

Aus dem Gesagten geht auch die Unmöglichkeit hervor, aus irgend welchen Theilen des grünen Holzes einen Körper zu erzeugen, der nicht durch die Austrocknung nebst der Verminderung seines Volumens die Form verlöre. Es ist daher das entsprechende Austrocknen der Hölzer noch vor ihrer Verarbeitung eine gebieterische Nothwendigkeit, so wie auch das möglichste Verkleinern derselben behufs der schnelleren,

gleichmässigeren Austrocknung und zur Vermeidung des starken Reissens nöthig ist. Das Austrocknen darf aber auch nicht zu sehr beschleunigt werden, weil die Aneinanderschliessung der Fasern nicht in allen Theilen gleich schnell erfolgen kann und sich daher um so grössere Risse bilden würden. Dem zu Folge ist es gut die Hirnseiten des Holzes vor dem Zutritte der Luft zu schützen, weil hier die Saftgefässe offen sind und leicht ein zu schnelles Austrocknen und zu starkes Reissen erfolgt.

Hartes Holz schwindet und quillt langsamer als weiches; Nadelholz in der Regel weniger als Laubholz. Nach der Länge der Fasern schwindet das Holz ganz unbedeutend, weit stärker schon in der Richtung der Spiegelfasern, am stärksten aber in der Richtung der Jahrringe oder des Umfangs. Spaltholz schwindet daher weniger als Schnittholz; könnte man die Bretter und Pfosten nach dem Halbmesser des Stammes schneiden, so würden dieselben auch weniger schwinden, dagegen mehr reissen als da, wo sie nach der Sehne geschnitten werden. Behautes Holz reisst im Durchschnitte weniger als entrindete Rundstämme, weil der dem Reissen mehr unterworfene Splint und ein Theil des jungen Holzes wegfällt.

Bei excentrischem Bau der Stämme schwindet die durch weitere Jahrringe breitere Seite (gewöhnlich von der Südseite der Bäume stammend) weniger, reisst jedoch mehr als die engjährige und schmale Seite. Aus derlei Stämmen müssen die Pfosten und Bretter parallel mit der längeren Achse der elliptisch geformten Jahrringe geschnitten werden, wodurch stets der eine Theil dem Bestreben zum Schwinden, respektive zum Reissen des andern Theiles nicht nur nicht folgt, sondern es theilweise hindert.

Maseriger Wuchs vermindert den Grad des Schwindens.

Je mehr Saftwasser oder Dunstfeuchtigkeit vorhanden, desto stärker wird unter sonst gleichen Verhältnissen das Holz schwinden; daher grünes, frisches Holz sich am meisten wirft oder reisst. Grün durchbohrte Rundhölzer reissen entweder gar nicht oder nur wenig, weil sie das herausgebohrte, weniger schwindende Kernholz nun nicht mehr hindert, sich gegen den Mittelpunkt nach Bedürfniss zusammen zu ziehen.

Abgestandenes oder in der Rinde gelegenes ersticktes Holz wird weniger schwinden als gesundes.

§. 305. Specifisches Gewicht und Dichtigkeit. — Je mehr Holzfasern, Harz und andere Stoffe sich in dem Raume eines Holzstückes zusammen gedrängt befinden, desto grösser wird dessen Gewicht sein, und desto dichter können wir es nennen. Doch ist es nicht gerechtfertigt Dichtigkeit und Gewicht für gleichbedeutend zu halten; denn der grosse Wassergehalt des Holzes hat einen bedeutenden Einfluss auf das Gewicht und man kann ein Holz wohl nicht dichter nennen, das sich von einem anderen leichteren blos durch grösseren Wassergehalt und nicht durch mehr feste Masse unterscheidet.

An und für sich ist das specifische Gewicht selbst der leichtesten Holzarten grösser als das des Wassers, indem sie — wenn auf künstlichem Wege die in den Poren enthaltene Luft durch Wasser verdrängt wird — im Wasser untersinken. Wenn jedoch vom specifischen Gewichte des Holzes die Rede ist, so betrachtet man dasselbe ohne Rücksicht auf seine Porosität, nämlich so als wäre dieselbe Holzmasse innerhalb des ganzen Raumumfanges mit gleichmässiger Dichtigkeit vertheilt.

Durch das so verschiedene Verhältniss, in welchem in der Holzmasse die Holzfaser und andere feste Stoffe, dann Saft und Luft vorkommen, entsteht die unendliche Abweichung im Gewichte der Hölzer. Nebstdem äussern noch manche andere Umstände einen grossen Einfluss auf das specifische Gewicht selbst ein und derselben Holzart. Je wärmer das Klima, desto härter und schwerer sind im Durchschnitte die Hölzer; nur die Nadelhölzer weichen hierin ab, von welchen besonders das nordische Kiefernholz vorzüglicher zu nennen ist, als ein im milderen Klima gewachsenes.

Aehnliche Wirkung wie das nördliche Klima kann hohe Gebirgslage äussern.

Nördliche Abdachung erzeugt leichteres Holz als südliche.

Der Einfluss des Bodens auf ein schwammigeres oder festeres, dichteres Gefüge wurde schon erwähnt. So liefert die Eiche ein gutes, schweres Holz nur bei ziemlich langsamen Wachsthum auf trockenem Boden. Bei den Nadelhölzern sind schmälere, bei den Laubhölzern in der Regel breitere Jahrringe ein Kennzeichen grösserer Dichtigkeit und besserer Qualität des Holzes. Dieser Gegensatz erklärt sich dadurch, dass bei den Laubhölzern mit der Abnahme der Jahrringbreite die Poren nicht in demselben Verhältniss abnehmen, das Holz somit poröser wird. Unter zweierlei Eichenhölzern werden wir daher demjenigen den Vorzug geben, welches unter sonst gleichen Umständen breitere Jahrringe hat.

Auch die Zeit der Fällung des Holzes hat Einfluss auf das specifische Gewicht: Sommerholz ist trocken leichter als Winterholz. Durch lang fortgesetztes Flössen, noch

mehr aber durch wiederholtes Flössen und Austrocknen verliert das Holz an specifischem Gewichte.

Gesundes Holz ist specifisch schwerer als ein in Fäulniss übergehendes; Kernholz schwerer als Splint.

Aeltere Bäume haben specifisch schwereres Holz als junge; sehr alte Stämme dagegen wieder leichteres.

Der obere Theil eines Stammes ist gewöhnlich specifisch leichter als der untere.

Das Trockengewicht des Holzes schwankt vom Sommer zum Winter durch Aufsaugen von Luftfeuchtigkeit; das Grüngewicht der Bäume aber in weit höherem Grade durch die gesteigerte Bodenfeuchtigkeit und Mangel der verdünstenden Organe im Winter.

Ueberhaupt weichen anerkannt die specifischen Gewichte für eine und dieselbe Holzart von einander ab, so dass sich keine allgemein giltige Zahl, sondern nur annähernd die höchste und niederste Grenze angeben lässt, welche beide oft weiter aus einander liegen, als die Gewichte verschiedener Holzarten.

§. 306. Härte. — Unter Härte des Holzes wird der Widerstand begriffen, welchen dasselbe der Verarbeitung — nämlich dem Eindringen der Werkzeuge — oder beim Gebrauche selbst der Abnützung entgegensetzt. Da das Holz aber eine so ungleichförmige Masse ist, so lässt sich auch kein bestimmter Härtegrad für diese oder jene Holzart ermitteln und angeben. Die eine Holzart setzt der Hacke, eine andere dem Hobel, der Säge, oder dem Bohrer und so weiter mehr Widerstand entgegen; auch in ein und demselben Stück Holz wird dieser Widerstand je nach der Richtung der Fasern verschieden sein. Jedenfalls hat jedoch nebst der Festigkeit der Holzfaser, die Dichtheit und Innigkeit des Holzgewebes, nämlich die Dicke der Holzzellenwände, die enggedrängte und verbundene Lage der Zellen auf die Härte den meisten Einfluss und man kann annehmen, dass im Durchschnitte unter gleichen Nebenumständen, z. B. bei gleicher Trockenheit und gleichem Alter des Holzes, — ein specifisch schwereres, in gleichem Raume mehr Masse enthaltendes Holz, härter als ein leichteres sei. Die Härte des Holzes steht überhaupt in Ansehung der Stammtheile, des Standortes, des Alters und der Fällungszeit mit dem Gewichte in ziemlich übereinstimmendem Verhältnisse. Holz von alten Bäumen — wenn diese nicht schon überständig sind, das heisst abzusterben anfangen — ist härter als das Holz von jungen Bäumen derselben Gattung.

Die Feuchtigkeit übt einen ungleichen Einfluss auf die Härte des Holzes aus. Ein hartes kurzfaseriges Holz, wie von Buche, Ahorn etc., sägt sich im grünen oder feuchten Zustande leicht. Ein weiches Gewebe erhält dagegen durch die Feuchtigkeit mehr Kraft; bei nassen, langfaserigen oder weichen Hölzern, wie Linde etc., wird die Zähigkeit der Fasern durch Feuchtigkeit erhöht.

Uebrigens treten bei dem Widerstande gegen das Eindringen von Werkzeugen meistens noch andere Eigenschaften des Holzes, z. B. Spaltbarkeit, mit in's Spiel und zwar mehr oder minder, je nach der Gattung der angewandten Werkzeuge. Man kann daher nur ein durchschnittliches Verhalten der verschiedenen Holzarten in Bezug der Härte angeben. Auch lassen sich keine scharfen Grenzen ziehen; es besteht ein allmäliges Steigen der Härte von „sehr weich“ zu „steinhart“. Die härtesten Hölzer finden sich in heissen Erdgegenden, und dunklere Farbe, bis zum Schwarz des Ebenholzes, ist sehr gewöhnlich mit grösserer — so wie sehr helle Farbe mit geringer Härte verbunden. Bei den weichen Holzarten ist daher der Splint meist nicht zu unterscheiden, und das Holz der älteren Jahrringe in Farbe und Qualität demselben ähnlich. Diejenigen Holzarten, die wir gewohnt sind als hart zu bezeichnen, gelten in der allgemeinen Klassifikation, bei Einbeziehung der südlichen Arten, nur als ziemlich oder etwas hart.

Bei der Auswahl des Holzes in Bezug der Härte muss man hauptsächlich immer den Zweck, nämlich den Widerstand, den es beim Gebrauch — wie der Abnützung durch Reibung — entgegen setzen soll, im Auge haben, und nur wo der Zweck es erlaubt, darf die leichtere Bearbeitung massgebend sein.

§. 307. Spaltbarkeit. — Die Spaltbarkeit des Holzes ist die Eigenschaft, sich nach der Richtung oder Länge der Fasern durch ein keilförmiges Werkzeug oder eine andere Kraft theilen zu lassen. Das Holz, hauptsächlich aus langgestreckten Fasern bestehend, lässt sich nur nach der Länge derselben spalten. Es geben nicht alle Holzarten gleich ebene, dem Faserlauf parallele Spaltungsflächen; so wie sie sich nicht alle mit gleicher Leichtigkeit spalten lassen. Auch hier kommen wieder die anderen Eigenschaften des Holzes in Rechnung, weil sie unter einander im Zusammenhange stehen und sich gegenseitig bald schwächen, bald unterstützen. So leistet die Härte dem ersten Eindringen der Hacke Widerstand, aber dennoch ist eine gewisse Härte zur leichteren Spaltbarkeit nöthig, indem z. B. die Hacke in weiche Hölzer sich versenkt,

ohne eine Kluft zu bilden; welcher Umstand das Spalten ebenso erschwert als allzu grosse Härte. Hartes Holz lässt sich vermöge seiner grösseren Dichtigkeit von dem eindringenden Keile nicht erst in sich zusammen drängen, sondern pflanzt den Seitendruck fort und muss somit reissen, wozu es ohnehin Anlage hat. Die Federkraft des Holzes befördert ebenfalls die Spaltbarkeit desselben; denn je stärker die Kraft ist, womit die beiden, durch ein keilförmiges Werkzeug auseinander gespannten Theile sich wieder zu vereinigen, das heisst gerade zu richten streben, desto leichter wird sich die Kluft an ihrer Spitze verlängern.

Das Gefüge des Holzes hat jedoch den meisten Einfluss auf die Spaltbarkeit desselben, da letztere auf der mehr oder weniger innigen Seitenverbindung der Holzfasern beruht; sie geht daher auch dem trennbaren Gefüge der Spiegelfasern nach. Aus dieser Ursache ist der Spalt durch die Mitte des Stammes der leichteste und sicherste, und es erklärt sich somit das leichte Spalten der Eiche und Buche aus der starken Entwicklung ihrer Spiegel.

Am besten spaltet sich das Holz astreiner älterer Bäume, welche auf trockenem Boden gewachsen, mit breiten Jahrringen versehen, und im Frühjahr geschlagen wurden.

Nach der Sehne der Jahrringe spalten sich die Hölzer weniger gut, besonders jene mit festeren, nicht durchgehenden, sondern abgesetzten Spiegelfasern.

Bei Laubhölzern geben häufig die Porenkreise, bei den Nadelhölzern die harzreichen Aussentheile der Jahrringe, auch verborgene Kernschäle, Veranlassung zu einem staffelförmigen Spalt. Kurzfaserige Hölzer spalten sich meist mit ausweichendem Bruche, und bei jenen Hölzern, deren Fasern nicht gerad laufen, wird der Spalt auch geschlängelt oder wimmerig sein; wogegen andere, je nach der Art ihrer Fasern, sich fast seidenartig spalten.

Im feuchten Zustande sind die Hölzer meistens leichter zu spalten als im trockenen; bei der Birke ist jedoch das entgegengesetzte der Fall. Harte Hölzer spalten sich frisch, weiche trocken am besten. Der Frost vermindert die Spaltbarkeit in Folge der Schwächung der Federkraft, wesshalb im strengen Winter das Spalten der Werkhölzer ausgesetzt werden muss. Bei den meisten Holzarten nimmt die Spaltbarkeit von der Mitte des Stammes gegen die Rinde, sowie vom Stock gegen die Krone zu.

Da Leichtspaltigkeit eine geringere Seitenverbindung der Holzfasern erfordert, so folgt daraus, dass leichtspaltige Hölzer auch mehr geneigt zum Reissen sind. Wir müssen daher, wenn uns nicht andere Umstände oder wichtigere Eigenschaften des Holzes bestimmen, immer ein schwerspaltiges Holz wählen, wo wir ein Trennen nach der Länge der Fasern, z. B. ein Reissen oder Ausspringen bei seinem Gebrauch vermeiden wollen. Dagegen werden wir zu gewissen Zwecken, und wo wir mehr Werth auf die leichte Bearbeitung legen, ein schön-, glatt- und leichtspaltiges Holz wählen. Wir werden endlich jene Holzgattung, welche sich nicht gerade spaltet, nicht in Spalten, sondern in sogenannten Bäumen, Stangen oder als Schnittholz einliefern lassen.

§. 308. Elasticität, Federkraft. — Elasticität nennt man die Eigenschaft, in Folge welcher das Holz durch Zug oder Druck sich bis zu einer gewissen Grenze dehnen oder biegen lässt, aber nach dem Aufhören dieses äusseren Einflusses unverweilt und genau in seine frühere Form zurückkehrt.

Die Dehnung — Streckung — nach der Länge der Fasern ist beim Holze unbedeutend und findet auch nicht leicht eine Anwendung; die Beugungs-Elasticität des Holzes ist aber wesentlicher und überall wohl zu berücksichtigen, wo dasselbe zu Bauwerken, Maschinen etc. verwendet wird, oder sonst fortwährend eine Last zu tragen, eine Spannung zu erleiden hat.

Die Federkraft der Holzarten richtet sich nach keiner sonstigen Eigenschaft; vielmehr stehen Laub- und Nadelholz, hartes und weiches Holz nach dem Grade ihrer Elasticität, wie aus der 8. Tafel §. 336 ersichtlich, in buntem Gemisch durch einander.

Die Elasticität ist in sehr ungleichem Grade beim Holze anzutreffen; die ursprüngliche Natur der Holzfaser und die gewöhnlich auf das Holz einwirkenden Verhältnisse begründen diesen Unterschied.

Klima, Lage, Standort und Boden sind von grossem Einfluss auf die Federkraft des Holzes. Den Beweis gibt die böhmische Fichte, welche das sogenannte Resonanzbodenholz liefert, das bis jetzt in Europa seines Gleichen nicht gefunden hat

Bei ein und derselben Holzart hält die Elasticität in der Regel gleichen Schritt mit dem specifischen Gewichte.

In Betreff der einzelnen Baumtheile, sowohl von unten nach oben, als von innen nach aussen, verhält sich die Federkraft sehr unregelmässig; sie nimmt bald zu, bald ab.

Quadratische Stäbe biegen sich weit stärker und verlieren daher an Tragkraft,

wenn sie so gelegt werden, dass die Jahrringe platt zu liegen kommen, als wenn man die Jahrringe aufstellt.

Das Holz älterer Stämme ist unter sonst gleichen Verhältnissen minder elastisch als das jüngerer. Schwammiges Holz gilt als weniger elastisch als festeres. Zersetzung des Holzes beeinträchtigt die Elasticität, aber dies wird erst fühlbar, wenn sie schon ziemlich vorgeschritten ist.

§. 309. Biegsamkeit, Zähigkeit. — Biegsamkeit nennen wir die Fähigkeit des Holzes, durch äussere Eindrücke sich bis zu einer gewissen Grenze biegen zu lassen ohne zu brechen, aber auch ohne, wie bei der Elasticität, in seine frühere Form zurück zu kehren, also eine bleibende Biegung anzunehmen.

Je nach der Verwendung ist diese Eigenschaft vortheilhaft oder nachtheilig. Während z. B. der Binder wie der Schiffszimmermann häufig die Eigenschaft der Biegsamkeit des Holzes benützt und durch Einweichung und Bähen bleibende Biegungen den hiezu geeigneten Hölzern zu geben sich bemüht und während es selbst auch sehr wünschenswerth wäre, wenn wir die kreisrunde Krümmung unserer Felgen durch eine bleibende Biegung hervorzubringen vermöchten; so werden wir doch grösstentheils bei unseren Werkhölzern wohl Federkraft, also kein zu sprödes Holz, aber keineswegs die Fähigkeit, eine bleibende Biegung anzunehmen, wünschen.

Zähigkeit ist ein höherer Grad von Biegsamkeit, vermöge dessen das Holz Stösse oder Verbiegungen nach verschiedenen Richtungen, ohne zu brechen, verträgt, aber ohne die Biegung beizubehalten. So geben Weide, Hasel und Birke gute Ruthen zur Erzeugung des Flechtwerkes, der Wiedenbänder etc. Die Zähigkeit dieser Ruthen, oder auch eines jeden von Natur zähen Zweig- und Astholzes, wird bedeutend erhöht durch einiges Abwelken an trockener, warmer Luft. Hiedurch wird Elasticität verloren, aber Zähigkeit gewonnen.

Häufig sind zähe Hölzer sehr fest, doch steht diese Eigenschaft mit der Festigkeit nicht im geraden Verhältnisse. Die Zähigkeit wird unter Umständen erhöht, wo die Festigkeit sich mindert. Der Feuchtigkeitszustand ist der Zähigkeit sehr günstig; grünes, junges Holz ist in viel höherem Grade biegsam oder zähe als trockenes oder ganz reifes. Die Biegsamkeit nimmt mit dem Austrocknen in hohem Grade ab, und durch Einweichen in Wasser wieder zu. Ein Uebermass von Feuchtigkeit steigert jedoch die Zähigkeit nicht weiter, sondern wird sie sogar endlich wieder vermindern.

Sprödigkeit, Brüchigkeit ist der Zähigkeit entgegengesetzt, oder vielmehr nur ein viel geringerer Grad von Zähigkeit. Nasser Boden erzeugt sprödes — trockener oder mässig feuchter, zähes Holz. Im Winter bei Mangel an Feuchtigkeit und bei Stockung der Säfte, besonders bei grosser Kälte, wird das Holz fast brüchig wie Glas.

Zähe Hölzer sind in der Regel an grosser Faserigkeit kenntlich, die sie beim Abreissen oder Durchsägen zeigen.

Mit dem Alter und durch Krankheiten verliert das Holz der Stämme seine Zähigkeit. Der Splint ist zäher als der Kern.

§. 310. Festigkeit. — Unter der Festigkeit des Holzes versteht man die Kraft, mit welcher es der Ausdehnung und Trennung oder dem Zusammendrücken seiner Theile widersteht.

Die Festigkeit des Holzes hängt zwar von seiner Dichtigkeit ab und steht sonach mit der Härte und dem specifischen Gewichte einigermassen im Verhältniss; doch kommt dabei noch die besondere Beschaffenheit, die Natur der Holzfaser und die Art ihrer Verbindung in Betracht. Durch alles, was den grösseren Zusammenhang der Fasern begünstigt, wird auch die Festigkeit vermehrt. So gewinnen ausgelaugte Hölzer an Festigkeit durch den vermehrten Zusammenhang ihrer Theile. Es ist somit auch einleuchtend, dass das Holz um so mehr Widerstand zu leisten vermag, je weniger bei der Verarbeitung der Lauf der Fasern durchschnitten wird. Daher muss auch ein Stamm, wenn er behauen oder vierkantig geschnitten wird, an Festigkeit verlieren, da dabei alle jene Holzringe geschwächt werden, deren Durchmesser grösser ist als der Durchmesser des Kreises, den man in dem Querschnitt des Balkens beschreiben kann, während jede ganze ringförmige Schichte für sich der Belastung einen grösseren Widerstand leisten würde.

Die Festigkeit nimmt im Stamme von unten nach oben ab und ist am grössten im Kernholz, nämlich zwischen dem Kern und Splint. Frisches Holz ist weniger fest als trockenes.

Der Gesundheitsgrad des Holzes hat auf die Festigkeit ebenfalls Einfluss. Doch lehrt die Erfahrung auch hier, wie in Betreff der Elasticität, dass erst ein höherer Grad von Zersetzung die Festigkeit wesentlich zu schwächen im Stande ist.

Da das Holz im wärmeren Klima dichter und specifisch schwerer ist, so besitzt ein solches auch mehr Festigkeit.

Lage und Boden wirken in ähnlicher Art wie das Klima auf die Breite und Natur der Jahrringe, somit auch auf die Festigkeit des Holzes; so ist ein auf Sandboden erwachsenes oder üppig aufgeschossenes Eichenholz brüchiger als ein auf Thonboden erzeugtes.

Die Festigkeit des Holzes kann auf verschiedene Weise in Anspruch genommen werden; hauptsächlich unterscheidet man:

1. Die absolute Festigkeit, das heisst den Widerstand, welchen das Holz dem Zerreissen oder der Kraft entgegensetzt, welche in der Richtung seiner Fasern ziehend angewendet wird;

2. die relative Festigkeit, den Widerstand, welchen das Holz gegen das Abbrechen leistet, wenn eine Kraft rechtwinkelig auf die Fasern und die Länge des Stückes wirkt;

3. die rückwirkende Festigkeit, oder die Fähigkeit, dem Zusammenstauchen, Zerdrücken zu widerstehen.

Selbstverständlich wird eine desto grössere Kraft zum Zerreissen eines Holzstückes erfordert, je dicker dasselbe, nämlich je grösser seine Querschnittfläche ist. Die Erfahrung lehrt, dass die absolute Festigkeit bei Stücken von ein und derselben Holzart sich wie die Querschnittflächen dieser Stücke verhält.

In Bezug der relativen Festigkeit ist es klar, dass, wenn man z. B. einen Balken in horizontaler Lage an dem einen Ende befestigt und an dem andern Ende mit Gewichten belastet, die Kraft nicht auf alle Theile gleich wirkt, sondern für jeden Punkt mit der Entfernung vom freien Ende zunimmt; — es müsste also der Bruch nächst dem Unterstützungspunkt erfolgen. Da jedoch zuerst eine Biegung eintreten wird, und bei einer Biegung die oberen Theile gedehnt, die unteren gestaut werden, so wird der Bruch an dem höchsten Punkte des Krümmungsbogens, nämlich da erfolgen, wo die Dehnung der Theile am grössten ist. Als Gesetz gilt: dass die relativen Festigkeiten zweier Balken derselben Holzart mit ihrer Breite und mit dem Quadrate ihrer Höhe in geradem — mit der Länge aber in verkehrtem Verhältnisse stehen; die relative Festigkeit wird somit um so grösser sein, je grösser die Breite und Höhe und je kleiner die Länge eines Holzstückes ist. Dass sie aber mit dem Quadrate der Höhe im geraden Verhältnisse steht ist für die Technik von grosser Wichtigkeit; wir sehen daraus, dass eine Vermehrung der Höhe um viel mehr die Tragfähigkeit erhöht, als eine gleiche Vergrösserung der Breite.

Aus dieser Ursache machen wir unsere Laffetenwände viel höher als dick und wäre es auch wünschenswerth bei den Tragbäumen unserer Fuhrwerke, die Höhe zu vermehren und die Breite zu vermindern, wenn wir nicht zugleich auf die möglichst geringe Höhe der Fuhrwerke Rücksicht nehmen müssten. Stellen sich die Wände einer Laffete als zu schwach heraus, so ist es doppelt vortheilhaft, lieber die Höhe als die Dicke zu vermehren: erstens, weil bei Vermehrung der Dicke, wie eben erklärt, die Festigkeit nur im einfachen — bei jener nach der Höhe im quadratischen Verhältnisse zunimmt; zweitens, weil durch die Vermehrung der Höhe bei weitem keine so grosse Vermehrung im Kubikinhalt stattfindet als bei einer gleichen Dimensionsvermehrung der Dicke, und mit dem Kubikinhalt auch das Gewicht und die Beköstigung gleichmässig zu- oder abnimmt.

Das, was vorher von Balken gesagt wurde, die an einem Ende eingespannt sind, lässt sich auch für solche anwenden, die an beiden Enden unterstützt sind und in der Mitte von einer Kraft oder Last gebrochen werden sollen. Man muss sich jedoch vorstellen, als beständen sie aus zwei Theilen und als wäre an eines jeden Ende die Hälfte dieser Kraft angebracht. Ein solcher Balken wird offenbar in der Mitte brechen und desto mehr Kraft zum Brechen erfordern, je weiter die Last von seiner Mitte gerückt wird, nämlich je näher sie einem Unterstützungspunkte kommt. Ist die Last auf dem ganzen Balken gleichmässig vertheilt, so wirkt auf die Mitte desselben nur die Hälfte der Last, oder der Balken kann in diesem Falle doppelt so viel tragen, als wenn die ganze Last in der Mitte — seinem schwächsten Punkte — angebracht wäre. Der Sicherheit wegen nimmt man aber, bei der Berechnung der Stärke solcher Balken, die Belastung immer in der Mitte an. Je mehr die Last gegen einen der Unterstützungspunkte gerückt wird, desto grösser wird das Tragvermögen des Balkens, und rückt man die Last endlich ganz über einen Unterstützungspunkt (z. B. bei den Fuhrwerken über die Achse), so hat der Balken, in Beziehung auf die relative Festigkeit, keinen Widerstand mehr zu leisten, die Last wird vom Unterstützungspunkte getragen.

Die rückwirkende Festigkeit wird in Anspruch genommen, wenn eine Kraft auf ein Holzstück dergestalt einwirkt, dass sie dasselbe zusammenzudrücken oder seine Theile aneinander zu schieben und somit eine Verkürzung desselben zu bewirken sucht. Ob das Holzstück durch die so angebrachte Kraft wirklich zerdrückt, oder nach vorher-

gegangener Biegung zerbrochen wird, hängt von seiner Natur ab. Bei frischen hölzernen Balken wird sich immer das Zweite ereignen und somit wieder nur die relative Festigkeit in Anwendung kommen. Damit aber das Ausbiegen und Zerbrechen bei der Belastung aufrechtstehender Balken vermieden werde, ist es erfahrungsgemäss nöthig, dass die Länge nie das Zehnfache der Dicke derselben überschreite.

Fehler, Krankheiten und Feinde des Holzes.

§. 311. Die Zahl der möglichen Fehler und Krankheiten des Holzes ist gross und leider sind für dieselben nicht immer äussere Kennzeichen am stehenden Baume vorhanden. — Die wichtigsten Fehler sind Risse und Klüfte verschiedener Art.

Spiegelklüfte, Strahlenrisse, Waldrisse verlaufen in der Länge des Stammes und trennen das Holz dem Durchmesser nach, somit den Stamm in der Fläche der Spiegel von einander. Sie sind im Kern am weitesten, verengen sich gegen das jüngere Holz und entstehen, indem die Bäume mit dem Alter im Mittelpunkte immer saftleerer werden, der Saft sich in die äusseren jüngeren Schichten zieht und dadurch im Kern ein Schwinden endlich ein Reissen erfolgt. Da der Zusammenhang der Jahrringe beim gesunden Holz bedeutend fester ist als der nach den Spiegeln, so muss der Riss auch nach der Richtung der Spiegel gehen.

Während des Gequollenseins des Holzes im Winter übersieht man leicht die vorhandenen Waldrisse und sie kommen gewöhnlich erst bei der Austrocknung zum Vorschein.

Frostklüfte, Eisklüfte, Kaltrisse gehen ebenfalls nach der Länge des Stammes, aber sie erweitern sich nach aussen, dringen nicht bis in den Kern, und kommen meistens nur im Wurzelstock vor. Sie entstehen in Folge von Zusammenziehung und Platzen der äusseren Holzschichten bei plötzlich eintretendem Froste. Man erkennt derlei Risse immer schon von aussen an einer sichtbaren oder überwachsenen Kluft der Rinde; sie sind weniger der Fäulniss ausgesetzt als die Risse im Kern und daher auch von minderer Wichtigkeit.

Ringklüfte, Ringschäle, Kernschäle nennt man Klüfte, die im Innern eines Stammes zwei aufeinander folgende Jahrringe im ganzen Umkreise oder nur stellenweise trennen. Sie kommen häufiger in alten als in jungen Bäumen vor.

Ursache der Ringschäle ist mitunter eine unregelmässige Anlagerung aufeinander folgender Jahrringe, das heisst, bedeutende Verschiedenheit ihrer Breite, häufiger jedoch der Frost, durch welchen die jüngste Splintschichte erfriert, die gewöhnlich dann in Fäulniss übergeht und auch oft das darunter liegende Holz ansteckt. Ist die Rinde dabei verschont geblieben, so fängt von ihr aus die Bildung neuer Holzringe an; die todte erfrorene Schichte wird dadurch zwar bedeckt, aber es bildet sich zwischen dem neuen Jahrringe und dem beschädigten nur eine sehr lose Verbindung. Dem Baume sieht man hiebei von aussen nichts an.

Da die Bäume, besonders die stärkeren der Eiche, sehr häufig nur am Fusse des Stammes von der Ringschäle heimgesucht werden, so kann, wenn man den ringschäligen Theil beseitigt, aus einem solchen Stamme noch immer ein hinreichender Theil vollkommen guten Holzes gewonnen werden.

Kropf und Krebs. An manchen Bäumen, besonders aber an Eichen und Tannen, finden sich als Folge von Ringklüften meistens am Grunde von Aesten Auswüchse von Holz vor, die gewöhnlich mit einer starken, aber regelmässig zerrissenen Rinde bedeckt sind. Manchmal erweitern sich auch zufällige Verletzungen am Stamme oder auch mit Rindeverlust verknüpfte Ringschälen immer mehr, faulen am Rande, und am Umfange zunehmend, machen sie oft den Eindruck eines die Eingeweide zur Schau tragenden Stammes. Die Jahrringe unter derlei Auswüchsen sind in der Regel wellenförmig gelagert, später meist vertrocknet und, wenn zufällig ein abgehauener, angefaulter Ast in der Nähe ist, gleichfalls angefault.

Bei der Einlieferung solcher Hölzer erkennt man derlei angegriffene Stellen leicht an einer ungewöhnlichen Färbung und einem fleckigen Ansehen. Eichenholz pflegt sich ungewöhnlich roth, Buchenholz gelblich, Föhren- und Fichtenholz bläulich zu färben.

Wimmeriger Wuchs kann verschiedene Formen haben. Bei manchen Holzarten, z. B. der Buche, sehen wir häufig einen stark wellenförmigen Verlauf der Jahrringe in ihrer Länge, der schon von aussen an den ringförmigen Wülsten kenntlich ist.

Manchmal, besonders bei der Eiche, steigen die Fasern im Zickzack am Baume auf, obgleich sie im Kreise der Jahrringe bleiben. Eine jede Zickzackspitze ist durch eine rings um den Baum laufende Einschnürung ersichtlich.

Der Drehwuchs kommt bei sehr vielen Holzarten vor. Denkt man sich in die

Achse des Baumes gestellt, so geht die Wendung in den allermeisten Fällen von der Linken zur Rechten.

Bäume mit wimmerigem oder Drehwuchs taugen blos als Rundholz und nur wenn ihr Kern gerade läuft; beim Behauen oder Sägen würden die Holzfasern vielfach durchschnitten und das Holzstück somit geschwächt. Zum Spalten taugt derlei Holz natürlich noch weniger.

Struppigen Wuchs hat ein Baum, der bei unförmlicher Dicke und Kürze von unten auf viele Aeste treibt. Da die in dem Stamme eingewachsenen Aeste theils weicher, theils viel härter und spröder als das umgebende Holz sind, oft früher absterben, ungleich mit demselben austrocknen und gerne locker werden, so ist es selbstverständlich, dass man zu den meisten Erzeugungen ein möglichst astfreies Holz auswählen soll, und somit ein vielästiges ganz verwerflich ist.

Mitten im Kernholze der Eiche findet man nicht selten einen Ring von ein oder mehreren Jahrringen mit hellerem, weicherem, splintartigem Holze, welcher Mondring, auch doppelter Splint genannt wird und oft von schlechterer Beschaffenheit als der wirkliche Splint ist. Das übrige Holz macht er indessen nicht schlechter. Auf die Bildung von derlei Ringen mag der Boden den meisten Einfluss haben, weil es Stellen gibt, wo fast alle Bäume davon befallen werden; es dürften nämlich die Wurzeln bei Durchbrechung einer gewissen Erdschichte aus dem Boden eine dem Holze ungünstige Nahrung ziehen.

Auch bei manchen anderen Holzarten gibt es bald dunklere, bald hellere Ringe im Kernholze, die aber mehr einer Frosteinwirkung zuzuschreiben sind, und oft einen schädlicheren Einfluss auf das umgebende Holz als die vorbesprochenen Mondringe haben. Man nennt sie scheinbare Mondringe.

Brüchiges, morsches Holz heisst man das Holz mit sehr breiten Jahrringen, dünnwandiger weicher Zellenmasse und schwammigem Baue, wie man dies häufig bei den Eichen findet, besonders solchen, die auf tiefem Sand- oder auch auf fettem Boden erwachsen sind. Es hat besonders grobe Poren, eine unscheinbare, matte Farbe, so dass es auch nach der Bearbeitung kein gefälliges Aussehen hat; dagegen trocknet es rasch, nimmt aber auch schnell wieder Feuchtigkeit auf. Fässer aus solchem Holze lassen die Flüssigkeit durch; auch besitzt es wenig Festigkeit.

Wenn das Holz auf dem Stocke durch Frost oder was immer für eine Ursache getödtet wird, oder gefällt, bei warmer Witterung, am Boden liegt, ohne durch theilweise oder gänzliche Entrindung sich seiner Saftfülle entledigen zu können, so erstickt es vorzüglich in seinen jüngeren, saftreichen Theilen, somit im Splint am meisten, und nimmt eine andere, gewöhnlich dunklere Farbe an. Ein solches Anlaufen ist jedoch noch kein Beweis besonders verwerflicher Eigenschaften, denn das Kernholz wird hierdurch noch keine wesentliche Schwächung an Elasticität, Tragkraft und specifischem Gewicht erfahren haben, da die Hauptmasse des Holzkörpers, die Holzfaser, am beharrlichsten jeder Entmischung widersteht. Zur Erzeugung des Artilleriemateriales ist es aber dennoch nicht rathsam, ein solches Holz zu verwenden.

Als ein Zeichen wirklicher Fäulniss, häufig verbunden mit Morschheit und grossem Wassergehalte, haben wir dagegen ungewöhnliche Flecken des Holzes zu betrachten. Sie sind bald heller, bald dunkler als das übrige Holz und manchmal von besonders auffallender Farbe. Die Flecken verrathen sich auch durch schimmligen, dumpfigen, mitunter aber gänzlich fehlenden Geruch.

Rothfäule ist ein hoher Grad der Holzzersetzung, in deren Folge das Holz eine braune, braunrothe, auch rothe Farbe annimmt, an Härte und Festigkeit verliert, dagegen an Fäulnissgeruch und Hygroskopicität zunimmt und zuletzt in eine leicht zerreibliche, pulverförmige Masse zerfällt, wie man häufig bei im Innern faulen Eichen und Fichten etc. sehen kann. Das Vorkommen brauner Modererde zwischen den Wurzeln starker Bäume ist daher ein verdächtiges Anzeichen. Die Rothfäule scheint hauptsächlich die natürliche Folge hohen Alters und mangelhaften Gefüges zu sein und findet sich vorzüglich im Wurzelstocke.

Die Weissfäule findet sich bei allen Laubhölzern, und zwar meist in den älteren Holztheilen, doch trifft man sie häufiger als die Rothfäule in den jüngeren Baumschichten. Sie dürfte mehr das Produkt eines gewaltsamen, raschen, bei mehr Saft- und weniger Luftzutritt, verlaufenden Fäulnissprocesses zu betrachten sein.

Je nach der Oertlichkeit am Stamme unterscheidet man auch die Fäulniss in Stock-, Kern-, Splint- und Astfäule.

Offene oder äusserliche faule Stellen eines Baumes lassen sich unschwer an todter nachgewachsener Rinde, an Farbe, Geruch, Morschheit und begierigem Wasseraufsaugen erkennen. Auch da, wo sich zwei aufwärts strebende Aeste unter einem

spitzen Winkel mit einander verbinden, lässt sich Fäulniss vermuthen. Dagegen ist innere, verdeckte Fäulniss schwer, oft gar nicht am stehenden Baume nachzuweisen. Das Anschlagen mit der Hacke ist trügerisch, und das Hohlklingen nur bei sehr hohlen Bäumen ein Fingerzeig. — Aber man kann sich an verdächtigen Stellen durch Einbohren eines dünnen Bohrers und Untersuchung der Bohrspäne viel Aufschluss verschaffen.

Ausser den genannten Fehlern und Krankheiten leidet das Holz — besonders das der Eiche, Birke und Buche — häufig noch an einem Uebelstande, nämlich dem Wurmfrasse. Es gibt nämlich Insekten, die in ihrer Begattungszeit den lebenden Baum, oder auch das Holz des gefällten Baumes anstechen, und besonders in den Splint, welcher wegen der noch weicheren Faser und der grösseren Menge Saft mehr zu ihrer Nahrung geeignet ist, ihre Eier legen. Aus diesen kriechen Maden aus, die sich im Splint und Holz weiter fressen und sich fortpflanzen.

Die dadurch entstehenden Wurmlöcher durchbrechen die Fasern und machen das Holz, so weit es durchbohrt ist, für manche technische Zwecke unbrauchbar.

Die verschiedenen, dem Holze gefährlichen Insekten suchen je eine bestimmte Art von Bäumen, woraus zu schliessen, dass diese Insekten gewissen Bestandtheilen vorzugsweise nachgehen. Auch bemerkt man, dass sie sich am liebsten in Hölzern einfinden, wo die Faser durch Krankheit oder Alter schon schwach, oder wo eine grosse Menge Saft im Splint enthalten ist, was besonders bei den im Frühjahre geschlagenen Bäumen vorkommt. Sie greifen jedoch auch das gesundeste Holz an und sind selbst noch am geschlagenen und verarbeiteten Holze zu fürchten, wo sie eben so wenig das harte, wie das weiche schonen.

Dauer des Holzes, dessen Zersetzung und Mittel, dieselbe zu verzögern.

§. 312. Unter der Dauer oder dem Vermögen des Holzes, sich möglichst lange im guten, unverdorbenen Zustande zu erhalten, wird hier nicht die Zeit des Fortbestehens auf dem lebenden Stamme, sondern die Dauer des todten Holzes verstanden. Sobald nämlich ein Baum gefällt ist, hört auch seine Lebenskraft auf; es tritt dann bei ihm wie bei dem thierischen Körper nach dem Tode allmälig eine Zerstörung aller seiner Bestandtheile ein, die aber auch theils nach Beschaffenheit dieser Bestandtheile, theils nach äusseren Umständen früher oder später, rascher oder langsamer erfolgt.

Die Holzfaser erleidet für sich nur eine sehr langsame Zersetzung durch die vereinigte Wirkung von Luft und Feuchtigkeit. Bei weitem schneller geht dieselbe jedoch durch die im Baumsafte enthaltenen Substanzen vor sich, die der Gährung und Fäulniss viel mehr unterworfen sind und dieselbe auf das Holz übertragen.

Die Flüssigkeit, welche die Organe des Holzes enthalten, besteht hauptsächlich aus Wasser, in welchem manche Stoffe, als: Zucker, Gummi und Salz etc. aufgelöst sind. Geht das Holz ganz oder stellenweise in Zersetzung über, so zersetzen sich meist zuerst die Saftbestandtheile der Poren; bei der Eiche sehen wir ihn dann schwarz werden, so, dass das Holz, oberflächlich betrachtet, nur für dunkelfärbig gehalten werden kann, daher es nöthig ist, jedes dunklere Eichenholz sorgfältig zu untersuchen.

Nach den Umständen, unter welchen die von selbst erfolgende Zerstörung vor sich geht, unterscheidet man mehrere Arten derselben.

Das Ersticken des Holzes wurde schon früher besprochen. Die tiefer greifenden Entmischungsvorgänge nennt man Fäulniss, Vermoderung. Die eigentliche oder nasse Fäulniss erfolgt, wenn Holz in beständiger Nässe unter theilweisem Zutritt der Luft, z. B. in sumpfigem oder nassem Boden steckt, wo es durch andere faulende Pflanzenkörper mit in eine unaufhaltsame Zersetzung hinein gerissen wird. Die Vermoderung, trockene Fäule, Vermorschung entsteht in solchen Fällen, wo das Holz im Ganzen trocken liegt, jedoch unter Begünstigung der Wärme abwechselnd der Feuchtigkeit ausgesetzt ist und der Luftzutritt mangelt, oder in noch feuchtem Zustande in eine Lage gebracht wird, wo es seine Feuchtigkeit durch Verdünstung nicht verlieren kann. Die nasse Fäulniss, als von äusseren Einflüssen herstammend, fängt aussen am Holze an und ergreift nach und nach die ganze Masse; die trockene Fäule, mehr von inneren Ursachen abhängig, fängt daher auch im Innern an und die Oberfläche kann noch sehr gut scheinen, wenn der Kern bereits ganz zerstört ist.

Wenn die Zerstörung des Holzes, besonders unter dem Zutritte einer grösseren Menge Feuchtigkeit, bis zu einem höheren Grade gediehen ist, so bilden sich auf der Oberfläche desselben verschiedene Schwämme, eine Pflanzengattung niederer Art. Das Entstehen derselben ist daher wohl ein Zeichen des fortgeschrittenen Verderbens: es ist die Folge, aber keineswegs die Ursache derselben; sie tragen jedoch, einmal entstanden, zur schnelleren Zerstörung des Holzes sehr bei.

Nicht alle Holzgattungen faulen gleich leicht und schnell; manche Hölzer halten sich im Wasser besser als andere, während es im Trocknen umgekehrt ist.

Am schnellsten geht jedoch im Allgemeinen die Zersetzung des Holzes vor sich, wenn es selbst noch Feuchtigkeit enthält.

Da vorzüglich die Saftstoffe die Zerstörung des Holzes herbeiführen, so ist Wegschaffung derselben oder Vernichtung ihrer Gährungsfähigkeit das vorzüglichste Mittel, das Holz vor Fäulniss oder Vermoderung zu bewahren. Ein blosses Austrocknen des Holzes an der Luft oder selbst durch künstliche Wärme entfernt aber höchstens das Saftwasser, die in demselben aufgelöst gewesenen Stoffe bleiben zwischen den Fasern zurück und ziehen unter günstigen Umständen immer wieder Feuchtigkeit an.

Das Austrocknen hindert also das Verderben nur dann, wenn das Holz auch ferner vollkommen vor der Feuchtigkeit geschützt werden kann. Wirksamer ist das Austrocknen des Holzes durch künstliche Wärme bis zu dem Grade, dass dessen Säfte die Fähigkeit verlieren, in Gährung zu treten. Dieses geschieht durch Rösten über offenem Feuer oder durch Backen in einem Ofen; was aber nur bei kleinen Stücken anwendbar ist und nie so weit gehen muss, dass der brenzliche Geruch der Holzsäure sich bereits zu entwickeln anfängt und das Holz auf der Oberfläche eine bräunliche Farbe annimmt. Es widersteht sodann dem Verderben auch in feuchten Lagen viel besser, weil wenigstens ein grosser Theil der ausziehbaren Substanz, besonders nach der Oberfläche zu, vermöge der anfangenden Zersetzung, seine hygroskopische Eigenschaft verloren hat. Die Dauer des Holzes wird jedoch auf diese Art auf Kosten der Festigkeit erhöht, da jedenfalls die äusseren Fasern mürber werden und die Innigkeit ihrer Verbindung sich mindert.

Man sucht auch die im Safte enthaltenen Stoffe durch Wasser oder Wasserdampf aufzulösen und aus dem Holze wegzuschaffen, worauf das letztere an der Luft oder in geheizten Räumen getrocknet wird. Dieses sogenannte Auslaugen kann auf dreierlei Weise ausgeführt werden:

a) Durch das Einsenken des Holzes in fliessendes kaltes Wasser, welches Mittel jedoch längere Zeit — 2 bis 3 Jahre — erfordert;

b) durch Kochen des Holzes im Wasser, wohl schneller wirkend, aber nur für kleine Stücke ausführbar;

c) am vollständigsten wird das Holz von den auflöslichen, das Anziehen der Feuchtigkeit begünstigenden Theilen durch das Auslaugen desselben mit Wasserdampf befreit; wie z. B. das Dämpfen der Gewehrschäfte im k. k. Artillerie-Arsenale zu Wien geschieht. — Das auf diese Weise behandelte Holz ist um mehrere Procent leichter als das auf gewöhnlichem Wege getrocknete, es zieht in feuchter Luft bedeutend weniger Wasser an, quillt dabei in viel geringerem Masse und unterliegt folglich auch dem Schwinden und Werfen viel weniger als unausgelaugtes, ohne einen besonderen Nachtheil für die Festigkeit des Holzes besorgen zu müssen, oder eine grössere Schwierigkeit in der Bearbeitung zu bieten.

Die Methode des Auslaugens erlaubt zugleich die möglichst schnelle Benützung des geschlagenen Holzes. Sie wird in der Artillerie jedoch wegen der Koststpieligkeit nur, wie oben erwähnt, bei den Gewehrschäften angewendet.

Die Gährungsfähigkeit der Saftstoffe kann auch durch Auflösungen verschiedener Salze, in welchen man das Holz tränkt, vernichtet werden. Diese Mittel sind jedoch umständlich, kostspielig und das Quecksilbersublimat, welches am wirksamsten wäre, ist auch noch seiner giftigen Beschaffenheit wegen nur mit grösster Behutsamkeit anzuwenden.

Um das an der Luft oder durch künstliche Wärme ausgetrocknete Holz vor dem Eindringen des Wassers und der Feuchtigkeit zu bewahren, dient am besten das Ueberziehen desselben mit Firniss oder das Anstreichen mit Oelfarbe, wie es in der Artillerie eingeführt ist. Besonders brauchbar zu schützenden Anstrichen für das Holz ist heissaufgetragener Steinkohlen- oder Holztheer; in welch' letzteren, um ihn trockener zu machen, gepulverte Bleiglätte eingetragen wird. Das Holz muss jedoch vor jedem Anstrich möglichst trocken sein, weil die im Innern zurückgebliebene Feuchtigkeit sonst leicht zur Verstockung Anlass gibt. Bei Nadelhölzern, besonders den harzreicheren, bietet ihr Harzgehalt gewissermassen ein natürliches Schutzmittel dieser Art dar.

Die wirkliche Dauer des Holzes hängt noch von verschiedenen Umständen ab, unter denen es erwachsen, geschlagen und behandelt worden ist.

Winterholz ist dauerhafter als das im Sommer gefällte. Dieses gilt aber hauptsächlich von Holz, das längere Zeit im Walde unentrindet liegen bleiben muss. Solches erstickt im Sommer leichter als im Winter, und wird in der Folge eher die Beute von Fäulniss und Insekten.

Es ist also hier von einem äusseren Einfluss die Rede, denn die innere Beschaffenheit starker Bäume wird vom Winter zum Sommer wenig schwanken, indem die Entwicklung der Blätter, Blüthen und Knospen vorzugsweise auf Kosten des Splints und der Rinde erfolgt, welche ohnehin bei unseren Werkhölzern beseitigt werden.

Wenn aber schon in der Dauerhaftigkeit des Holzes zwischen Winter- und Sommerschlägen kein grosser Unterschied besteht, sobald es nur sogleich nach dem Hieb gehörig behandelt worden ist, so kann von einem Monate zum andern wohl noch weniger Unterschied bestehen.

Eben so ist die vielverbreitete Ansicht nicht gerechtfertigt, dass Hölzer, bei abnehmendem Mond geschlagen, dauerhafter seien als die bei zunehmendem gefällten. Der Mond strahlt der Erde so wenig Wärme zu, dass sie in mondhellen Nächten — wo sie doch am meisten fühlbar sein müsste — durch die Erdstrahlung weit überwogen wird; sowie die schwache Lichteinwirkung des Mondes durch das darauf folgende Sonnenlicht mehr als ausgeglichen werden wird. Kann der Einfluss des Mondes daher überhaupt kein bedeutender sein; so muss der Unterschied des Einflusses zwischen abnehmendem und zunehmendem Monde ganz unbedeutend sein. Höchstens könnte man dem Mond einen indirekten Einfluss auf den grösseren oder geringeren Grad von Feuchtigkeit des geschlagenen Holzes einräumen, da gewöhnlich die Witterung bei zunehmendem Monde regnerischer ist.

Je poröser, schwammiger das Holz von ein und derselben Holzart ist, desto mehr ist es der Einwirkung der atmosphärischen Zustände ausgesetzt, und desto weniger haltbar ist es unter sonst gleichen Verhältnissen.

Die Hölzer, welche stark aufreissen, leiden sehr wegen des leichten Eindringens der Nässe und Bildung von Schwämmen. Frei der Sonne ausgesetzt ist gutes Holz dem Reissen am stärksten unterworfen, und daher für solche Verhältnisse nicht besser, ja häufig von geringerer Dauer als schwammiges.

Von entschiedenem Einflusse auf die Dauer ist die Textur des Holzes; eine grosse Menge mittelstarker und feiner Poren befördert die allmälig zerstörende Wirkung der Atmosphäre weit mehr als grobe Poren.

Je reifer, vollkommener und gesünder das Holz ist, um so grösser ist dessen Dauer. Daher die geringe Haltbarkeit des überständigen oder ganz jungen Holzes, oder des noch unausgebildeten Splintholzes.

Holz aus kaltem Klima ist dauerhafter als solches aus warmen Gegenden; was hauptsächlich von den Nadelhölzern gilt.

Selbstverständlich hängt auch die Dauer des Holzes sehr von den Umständen ab, unter denen es gebraucht wird. Im Norden auf Hochgebirgen kalter oder gemässigter Länder hält es unverhältnissmässig länger als im milden Klima und im Tieflande.

Die Dauer des Holzes ist im beständig feuchten Zustande grösser als wenn Feuchte, Wärme und Trockenheit abwechseln; beständig unter Wasser erhält es sich daher am besten, vorausgesetzt, dass das Wasser ziemlich ruhig und nicht faulig sei. Es erklärt sich dieses aus der Kühle, dem Abschluss der zerstörenden Luft und dem Quellen des Holzez selbst, welches das fernere Eindringen des Wassers äusserst erschwert.

Junges, an Saftbestandtheilen reiches Holz, zumal Stangen in der Rinde, werden in der Luft bald vom Wurmfrasse heimgesucht.

Sehr nachtheilig ist es für das Holz, wenn mehrere nicht ausgetrocknete oder feucht liegende Stücke desselben in feste Berührung kommen. Platt auf einander liegende Bretter, die nicht trocken sind, ersticken bald, und zuerst an der Berührungsfläche.

Da wir gesehen haben, dass ein und dieselbe Holzart in Bezug der Dauerhaftigkeit, je nach Ursprung, Alter, Textur u. s. w. sehr abweichen kann, und sich die Hölzer je nach den Umständen, unter welchen sie ihre Anwendung finden, so verschieden verhalten, ja dabei die Rollen wechseln; so ist es einleuchtend, wie schwer es sei, die Hölzer nach ihrer Dauerhaftigkeit zu klassificiren.

Die Artillerie-Werkhölzer.

Benennung, Vorkommen, Eigenschaften und Anwendung.

Laubhölzer.

§. 313. Die Eiche. — Das Geschlecht der Eichen zählt über hundert Arten. Am reichsten ist Nord-Amerika, sodann kommen die südeuropäischen Länder, vorzüglich Spanien. Das mittlere Europa ist zwar arm an Arten, aber es erzeugt die

kräftigsten, majestätischen Formen, unsere Stiel- und Traubeneichen haben in dieser Hinsicht keine Nebenbuhler.

Man kann die europäischen Eichen in zwei Hauptgruppen theilen, die Immergrünen, welche sich im Herbste nicht entlauben, und die Sommergrünen, deren Laub im Herbste abfällt.

Die immergrüne Eiche ist im südlichen Europa heimisch und ausserdem nur in Krain zu finden. Es gibt mehrere Arten derselben, wie die Kermes-, Kork- und Stacheleiche.

Die sommergrüne Eiche enthält ebenfalls mehrere Arten, die fast in ganz Europa, die nördlichsten Gegenden ausgenommen, anzutreffen sind. In den österreichischen Staaten und in Deutschland unterscheidet man vorzüglich: die Stiel-, Trauben- und Zerreiche.

§. 314. Die Stiel-Eiche, — auch Sommereiche genannt, — besitzt gegen Osten und Norden eine viel weiter reichende Verbreitung als die Traubeneiche. Im Gebirge jedoch kommt sie kaum bis 1500 Fuss über der Meeresfläche fort und wird in höheren Lagen von der Traubeneiche ersetzt, da sie entschieden eine Holzart des Flachlandes ist.

Der tiefgründige Auboden der Flussniederungen trägt die schönsten Stieleichen; auch erreichen sie eine grosse Entwicklung im freien Stand, im Wald, auf Wiesen, Dämmen oder anderen künstlich angehäuften fruchtbaren Erdmassen. Doch sind ihre Ansprüche an den Boden nicht übertrieben; denn wir sehen sie auch auf dem armen Sandboden in Kieferforsten als eingemengte Holzart gut gedeihen. Zu ihrem besten Gedeihen benöthigt sie nur eine mässige Bodenfeuchtigkeit; sie begnügt sich aber auch mit noch geringerer und holt sich mittelst ihrer Wurzel das Wasser aus der Tiefe; ist demnach weniger vom Feuchtigkeitsgrade der oberen Bodenschichten abhängig und somit auch durch eine oberflächliche Bodenaustrocknung nicht gefährdet. Anderseits erträgt sie auf dem Auboden einen ziemlich hohen Grad von Bodenfeuchte und nur der lettige, undurchlässige Boden, der ihre Wurzelbildung hindert, und sich oberflächlich vernässt, sagt ihr durchaus nicht zu.

Als Niederwald begnügt sie sich auch mit sehr seichtem Boden. Im Eichenhochwald kommt zwar die Stieleiche auch allein vor, meistentheils aber nur vorherrschend unter anderen Eichen- oder Holzarten. Die Einmengung zwischen Buchen und Nadelhölzern sagt ihr sehr zu.

Aeusseren Einflüssen unterliegt die Eiche in geringem Grade, dagegen ist sie nachstehenden Fehlern und Krankheiten unterworfen u. z. Wald-, Frost- und Kernrissen, Kernschäle, Mondring, Krebs, Kropf, Roth- und Weissfäule, Sprengfleckigkeit, dunkle Flecken, manchmal hat sie drehwüchsiges, häufig brüchiges Holz. An sehr alten Bäumen findet sich, besonders auf seichtgründigem Standorte, Gipfeldürre und Kernfäule ein.

Feinde, nämlich Insekten, hat die Eiche viele, doch wird sie nur im jüngeren Alter tödlich beschädigt; im höheren Alter übersteht sie entweder ihre Beschädigungen ohne Nachwehen, oder nur mit zeitweisem, oder meist nur einjährigem Zuwachsverlust.

Die Stieleiche bleibt auf entsprechendem Standorte bis 200 Jahre in Zuwachs und erreicht ein Alter von 400 bis 600 Jahren, auch darüber; erlangt eine Höhe von 100 bis 130 Fuss und eine ausserordentliche Stärke, die am unteren Stamme manchmal mehr als eine Klafter im Durchmesser beträgt.

Der Wuchs ist in der Jugend ein rascher, dann aber im Ganzen langsamer, jedoch bis in ein hohes Alter gleichmässig ausdauernder.

In der Jugend ist der Stamm auch unregelmässig und knickig, im Schlusse des Hochwaldes gleichen sich diese Unregelmässigkeiten mit dem 40. bis 50. Jahre aus, der Schaft wird dann gerade und walzenförmig.

Unter günstigen Umständen, besonders in Untermengung mit Rothbuchen, reinigt sich der Schaft auf 50 bis 60 Fuss von Aesten.

Im freien oder lichten Stand erzogen, beginnt der Astansatz meist schon mit 20 bis 30 Fuss, oft noch viel früher, und der Stamm zertheilt sich in der Höhe von einigen Klaftern schon in mehrere starke weit ausgehende Aeste, erreicht jedoch dagegen eine ausserordentliche Stärke.

Die Beastung ist verbreitet; aus starken unregelmässig verlaufenden, an alten Bäumen vielfach gebogenen und geknickten Aesten bestehend, beruht darauf vorzüglich die malerische Form der Eichenkrone.

Die Blüthe der Stieleiche erscheint gleichzeitig mit dem Ausbruche des Laubes in den ersten Tagen des Mai und im Durchschnitte um 10 Tage früher als bei der Traubeneiche.

Die Frucht, eine walzenförmig abgerundete, zum Theil in einem Fruchtbecher versenkte Eichel, sitzt an einem bis zu 2 Zoll langen Stiele; daher der Name Stieleiche.

Die Blätter der älteren Stieleichen sind am Grunde schmal, gegen die abgerundete Spitze breiter, mehrmal lappig eingebuchtet und sitzen an einem kurzen Stiel.

Derlei Bäume unterscheiden sich von der Traubeneiche schon in der Ferne durch die büschelförmigere, unterbrochene Belaubung, während bei der letzteren das Laub gleichförmiger über die ganze Krone vertheilt ist.

Die junge Rinde ist glatt, glänzend, graugrün; vom 15. bis 20. Jahre an aber wird sie rissig und korkig. An alten Stämmen ist die Korkschicht oft gegen 4 Zoll dick mit tiefen, von innen nach aussen erweiterten Rissen, die zwar alle von oben nach unten, aber sehr unregelmässig verlaufen. Die Farbe der alten Rinde ist von aussen, wo sie verwittert ist, schwarzbraun; die inneren Rindenlagen sind rothbraun.

Der Splint enthält 8 bis 13 Jahrringe und ist weiss.

Das Mark ist bräunlich und bildet im Querschnitt ein rundliches Fünfeck. Die Jahrringe umgeben es daher wellenförmig und sind durchgehends mehr unregelmässig gerundet. Sie erscheinen sehr deutlich durch den groben Frühlings-Porenring. Die Poren sind weit und grob, äusserst verschieden, in den Jahrringen von innen nach aussen bedeutend abnehmend, einzeln und gruppirt vorkommend.

Die Spiegelfasern sind sehr zahlreich, glänzend, ziemlich gross, und etwas fester als die Umgebung. Das Holzgewebe, noch eben sichtbar, ist etwas schwammig.

Das Holz ist grob, mit etwas Glanz, gelblich, röthlich, bräunlich, schwer, hart, fest, ziemlich zähe, nicht sehr elastisch, leicht spaltbar und lässt sich gut und eben bearbeiten.

Es trocknet am langsamsten von unseren Werkhölzern aus, reisst gerne, besonders im Kern, daher derselbe stets beseitigt wird.

Wegen seiner grossen Dauer und Festigkeit, ja Unersetzlichkeit zu gewissen Zwecken, behauptet das Eichenholz als Bau- und Werkholz den ersten Platz unter allen deutschen Holzarten. Wo eine ausserordentliche Stärke und Dauer erforderlich ist, leistet es vortreffliche Dienste; im Wasser, in der Erde, im Wind und Wetter, sowie unter Dach. Am letzten Ort wird es jedoch mit der Zeit spröde. Es kann selbst abwechselnde Trockenheit und Nässe vertragen; ganz unter Wasser ist es jedoch von einer ausserordentlichen Dauer und hält da Jahrhunderte aus. Es ist somit zum Land- und Schiffsbau, vorzüglich aber zum Wasserbau sehr verwendbar; doch ist zu berücksichtigen, dass es in grösseren Dimensionen eine sehr lange Zeit zum Austrocknen braucht, oder, wenn es erst nachträglich zum Austrocknen kommt, dass dann ein nachtheiliges Werfen und Reissen eintritt. Auch ist das Eichenholz zu Balken und Traghölzern, wo es in freier horizontaler Lage grosse Lasten tragen soll, weniger brauchbar als manche andere Holzart, gegen welche seine relative Festigkeit geringer ist, es weniger Federkraft besitzt und fähig ist, sich durch das eigene Gewicht krumm zu ziehen. Dagegen ist es zu vertikal stehenden Balken, Säulen u. s. w. sehr verwendbar.

In der Artillerie verwendet man es zu allen Laffeten-, Schleifen- und Rahmen-Hölzern; nur die stärkeren Protzriegel, dann die Reih- und Rollklötze werden in Ermanglung genügend dicker Eichenstämme — um ohne Zuziehung des Kernes die nöthige Stärke zu erhalten — aus Rustenholz, welches dem Eichenholz an Dauer und Festigkeit am nächsten kommt, mit Kern erzeugt; da der Kern des Eichenholzes, besonders beim Einschlagen der Nägel, zu gerne reisst und daher stets beseitigt werden muss.

Die Protzriegel für ordinäre Laffeten können auch aus geeigneten eichenen Pfosten oder Ausschusslaffeten-Wänden zusammengediebelt werden.

Ferner wird das Eichenholz noch zu den Mittel-, Quer- und Seitenstöckeln, Sätteln und Schalen der Protzen, zu Ober-, Unter- und Tragbäumen aller Fuhrwerke — mit Ausnahme der Last- und Leiterwägen und einiger Munitions-Fuhrwerke — zu Ecksäulen, Küpfstöcken und Küpfen, dann zu Wasserfässern und Bottichen u. s. w., endlich das Holz von jungen Eichen zu Speichen verwendet.

Obgleich das Eichenholz, wie früher erwähnt, in horizontaler freier Lage keine besonders grosse Tragfähigkeit besitzt, so wird es doch zu den vorgenannten Tragbäumen wegen seiner grossen Dauerhaftigkeit gewählt, in Betracht, dass sie keine zu grossen Lasten zu tragen haben und die Unterstützungspunkte bei den Fuhrwerken denn doch nie so weit auseinander liegen, dass eine gefährliche Einbiegung oder gar ein Abbrechen zu besorgen wäre, um so mehr, als die Last mehr gleichmässig vertheilt und wo möglich ein grösserer Theil davon über den beiden Achsen geladen wird.

§. 315. Die Trauben-Eiche, — auch Wintereiche genannt, hat nach Süden

dieselbe Verbreitung wie die Stieleiche, nach Osten und Norden reicht sie jedoch etwas weniger weit. Hauptsächlich in Deutschland heimisch, ist sie die eigentliche deutsche Eiche.

Diese Eichenart gehört mehr dem Hügellande an, und findet sich häufiger auf dem Verwitterungsboden als auf aufgeschwemmtem Lande. Sie geht bis 2000 Fuss über der Meeresfläche in die Berge und findet sich oft in Nadelholzforsten eingemengt.

An den Boden macht sie weniger Ansprüche als die Stieleiche. Wir sehen sie mitunter auf minder gutem Granit- und selbst Sandsteinboden von geringerer Tiefgründlichkeit recht gut gedeihen, wenn sie da auch keine so kolossalen Dimensionen erreicht und nicht so lange bei voller Kraft aushält. Auf ganz entsprechendem Standorte dauert sie dagegen noch länger aus als die Stieleiche.

Die Stammbildung ist so ziemlich mit jener der Stieleiche übereinstimmend, nur bleibt meist die Traubeneiche in der Massenentwicklung etwas zurück.

Die unmerklich in Zweige auslaufenden Aeste sind weniger knickig, regelmässiger radial, zahlreicher und gestreckter, so dass der Kronenbau dem der Rothbuche ähnlicher als dem der Stieleiche ist.

Die Keimungszeit und die sonstige Entwicklung ist bei den beiden Eichenarten sehr übereinstimmend; nur ist die Traubeneiche minder schnellwüchsig.

Die Eichel ist kürzer und dicker als bei der Stieleiche und sitzen mehrere — selbst bis zu 12 — Stücke mit ihren Fruchtbechern auf der Spitze eines sehr kurzen Stieles, woher der Name Traubeneiche kömmt.

Die regelmässig verkehrt ovalen, nicht sehr tief gebuchteten, einen Zoll lang gestielten Blätter sind meist etwas kleiner als bei der Stieleiche und stehen weniger in Büschel gedrängt, sondern mehr gleichmässig über die Zweige ausgebreitet.

Die Knospen der Traubeneiche unterscheiden sich merklich durch grössere Länge und eine scharfe Spitze.

Die junge Rinde ist glatt und olivengrün, die ältere rauh und braungrau und an alten Stämmen aschgrau, tief, aber mit regelmässigeren Langrissen aufgeborsten, als in der Stieleiche; innerlich ist sie rostroth.

Das Holz ist rostgelb, heller als das der Stieleiche, poröser, brüchiger, etwas weniger zäh; der Splint gelblicher, nicht so weiss.

Das übrige von der Stieleiche Gesagte gilt eben auch für die Traubeneiche, da beide in ihren Eigenschaften, Fehlern und Krankheiten, sowie in ihrer Dauerhaftigkeit und Verwendbarkeit sehr übereinstimmen. Auch in der Artillerie finden beide Eichenarten dieselbe Anwendung, nur wird die Stieleiche für vorzüglicher gehalten.

§. 316. Die Zerr-Eiche. — Diese Eichenart kommt in Spanien und Frankreich, ausserdem nur in Italien, Ungarn, Kroatien, Slavonien, Krain und Niederösterreich vor; nördlicher fehlt sie ganz. Man nennt sie auch die österreichische Eiche, weil sie ausser Oesterreich in Deutschland nicht heimisch ist.

Die Zerreiche erscheint meist eingemengt mit Stieleichen, Traubeneichen und Rothbuchen.

Sie ist von Jugend an schnellwüchsiger als die beiden anderen Eichenarten, erreicht aber nicht jenes ausserordentliche Alter wie jene, ebenso wenig eine solche Höhe.

Alte Stämme sind häufig eisklüftig. Ihr Blatt ist länglich und länger als bei den andern, die Eichel grösser, der Fruchtbecher zeichnet sich durch seine langen borstenartigen gekräuselten Schuppen aus. Die Eichel reift erst im Oktober des zweiten Jahres.

Das Holz ist poröser und von geringerer Dauer als das der beiden andern Arten, wird — da es sehr kurzstämmig und vielästig ist — als Werkholz nicht geachtet; dagegen soll es eine Brennkraft haben, die der des Buchenholzes nahe kommt.

In der Artillerie wird es bis jetzt nicht angewendet; doch haben sich Versuche damit für minder wichtige Erzeugungen bei den stets steigenden Holzpreisen als nöthig herausgestellt.

§. 317. Die Ruste. — Die Ruste gehört nebst Amerika dem mittleren Europa an und hat vorzüglich in Spanien, Italien, Frankreich und England ihren Sitz; doch ist sie auch über ganz Deutschland verbreitet. Sie liebt entschieden ein milderes Klima und hält sich in der Ebene oder an sonnigen südlichen Lagen. Ueber 20 Grad Kälte werden ihr leicht verderblich. In das Gebirge geht sie kaum über 2000 Fuss Höhe.

Auf dem Auboden erreicht sie ihre grösste Entwicklung und längste Dauer; nächst dem liebt sie einen frischen, tiefgründigen Lehmboden, der ziemlich steinig sein kann. Bodenfeuchtigkeit verträgt sie ziemlich.

Die Ruste bildet nirgends reine Bestände — Waldflächen — von bedeutender

Ausdehnung; hingegen kömmt sie beinahe in allen besseren Laubwäldern, besonders im Auwalde, mehr oder minder eingemengt vor.

Eine Käfergattung ist der Ruste durch Zernagen der Bastschichte sehr gefährlich. Ferner kommen bei der Ruste häufig Waldrisse, wimmeriger — Maser — und Drehwuchs vor.

Ihre Lebensdauer beträgt nach Umständen 200 Jahre und darüber, obwohl sie in 70 Jahren ihre Vollkommenheit erreicht und dabei 80 bis 100 Fuss hoch und am unteren Stamme 2—3 Fuss dick wird. Einzeln stehende unter günstigen Verhältnissen erwachsene Stämme erreichen ein sehr hohes Alter und stärkere Dimensionen, aber im Walde wird die Ruste nicht leicht jene Entwicklung erreichen, wie die Eiche oder Buche.

Die älteren Stämme stehen senkrecht, ziemlich regelmässig, aber stark nach oben abfallend und bestehen meist nur aus einem kaum 3 bis 4 Klafter langen Stammstücke, das sich dann in mehrere starke Aeste theilt. Nur im guten Waldschlusse bildet sich ein längerer astreiner Schaft; sehr lange und gerade Werkholzstücke aus Rusten sind daher selten.

Die Krone ist bei freiem Stande schön und regelmässig und die Aeste sind meist aufwärts strebend.

Die Blüthe entwickelt sich schon im März, die Blätter im April. Die Letzteren stehen einzeln, sind spitzig eiförmig, haben mit dem Blatte der Hasel- und Weissbuche die grösste Aehnlichkeit.

Die Frucht, welche längstens Anfangs Juni reif wird, ist eine Flügelfrucht mit einem Sammenkern.

Die Rinde an jungen Stämmen ist glatt und braun, an alten aber grau, dick, stark rissig und korkig.

Der Splint ist weiss oder gelblich und bei 8 Jahrringe breit.

Bei der Ruste unterscheidet man, wie bei manchen anderen Holzarten, nach dem Splint auch noch das jüngere oder Reifholz von dem ältern oder Kernholz. Das Kernholz der Ruste ist braunroth oder braun, das Reifholz mehr fleischroth.

Das Mark ist eckigrund, weiss und hat im Umfange einen dunklen Kreis. Die Jahrringe sind sehr deutlich durch festeres, feinporiges Herbstholz neben dem Reichthum an gröberen Poren des Frühlingsholzes. Die Spiegelfasern sind sehr zahlreich, schmal, von festerem Gewebe, die Poren sehr verschieden, in den Jahrringen von innen nach aussen stetig abnehmend, gröblich, zahlreich, einzeln und in grösseren Gruppen zerstreut. Das Gewebe ist sichtbar feinschwammig, hie und da etwas weitmaschiger.

Das Holz ist bei vorangegebener Färbung häufig braun geflammt, geadert oder gefleckt, es ist feinfaserig, zähe, fest, ziemlich hart und sehr elastisch. Es ist leichter wie Eichenholz, es springt auch nicht so leicht, wodurch es das Einschlagen der Nägel besser verträgt, und benöthigt eine etwas kürzere Zeit zum Austrocknen.

Es ist sowohl im Trockenen, in abwechselnder Nässe und Trockenheit und unter Wasser sehr dauerhaft; dem Wurmfrass ist es beinahe gar nicht ausgesetzt, nur der Splint unterliegt im Trockenen in einigen Jahren dem Verderben durch den Splintkäfer, daher hier um so strenger darauf zu sehen ist, dass an dem eingelieferten Holze sich kein Splint befinde.

Das Rustenholz ist somit, als unter allen Umständen anwendbar, sehr geschätzt; es wird beim Land- und Wasserbau, sowie als Wagnerholz benützt.

In der Artillerie wird es vorzüglich zu Achsen, Lastwägen-Tragbäumen und Trägern, zu Naben, zu Reih- und Rollklötzen und den stärkeren Protzriegeln verwendet.

Es eignet sich in allen jenen Fällen das Eichenholz zu ersetzen, wo man dasselbe in der gewünschten Stärke ohne Kern nicht aufzubringen vermag, da man das Rustenholz mit Beibehaltung des Kernes — der nicht so wie jener des Eichenholzes zum Reissen und Springen geneigt ist — anwenden kann.

§. 318. Die Rothbuche. — Dieselbe ist wie die Traubeneiche ein deutscher Nationalbaum; sie verbreitet sich ausserdem westlich über Frankreich, England und Irland, nördlich bis Schweden, südlich nach Sicilien, nordöstlich aber nicht über die Weichsel. In Mitteleuropa sind es besonders die Mittelgebirge von 1500 bis 3000 Fuss Höhe, welche die Buche bekleidet. Nördlich gehört sie eben so entschieden der Ebene, wie im südlichen Europa dem Gebirge an.

Sie verträgt in Deutschland sehr gut das Gebirgsklima, sucht besonders einhängige geschützte Berglehnen und zeigt in muldigen Lagen und Schluchten ihren grössten Höhenwuchs; im Windandrange wird sie bei weitem kürzer und stufiger und ist überhaupt sehr empfindlich gegen Temperaturs-Extreme.

Die Buche zeigt Vorliebe für einen vulkanischen Boden; der Gehalt an mineralischen Nahrungsstoffen und insbesondere der Kalk ist zum vorzüglichen Gedeihen der Buche unentbehrlich und äussert sich an ihr durch sehr glatte, weisse Rinde und glänzend dunkelgrüne, reichliche Belaubung. Auch sagt ihr ein frischer, minder zäher, wenn auch steiniger, mineralisch kräftiger Lehmboden zu.

Die Buche liebt eine mässige Frische, verträgt aber grössere Bodenfeuchtigkeit nicht, aus welchem Grunde sie auch den sonst so fruchtbaren Auboden meidet. Sie begnügt sich mit geringer Bodentiefe.

Die Rothbuche bildet ausgedehnte reine Forste, so wie auch grössere Bestände in Nadelholzforsten und kommt auch eingemengt zwischen anderen Holzarten sehr häufig vor.

Die schönsten, reinsten und spaltigsten Buchenwerkhölzer liefert immer nur der Hochwald; doch finden wir die Buche auch im Mittel- und Niederwald.

Unter den Insekten hat die Buche keine sehr gefährlichen Feinde; es nähren sich zwar viele von ihr, aber meistens wird sie nur im Wuchse beschädigt, selten getödtet.

Eine der Rothbuche eigenthümliche Krankheit ist die Ringelkrankheit, sie besteht darin, dass der Stamm von 4 bis 6 Fuss vom Boden bis zum Gipfel in Abständen von 1—3 Fuss mit einem fast ringförmigen Wulste umgeben ist. Nebst diesem hat die Buche noch häufig als Schmarotzer den Buchenschwamm, der ausserordentlich anwächst. Im Innern abgestorbener Aeste bildet sich zwischen den Holzringen auch oft eine eigene Faser-Pilzbildung unter dem Namen Buchenmoder, als gutes Zündmaterial zum Feuerschlagen bekannt. Zu den gewöhnlichen Krankheiten der Buche gehört noch der Rindenbrand in alten Bäumen, wobei sich zwischen Rinde und Holz jauchartige, wässerige Säfte sammeln und die Rinde ganz lösen. Aeltere Buchen werden leicht wipfeldürr; es zeigen sich auch mitunter Wald- und Frostrisse und Drehwuchs.

Häufig schon mit dem 140. Jahre werden die Stämme kernfaul und abständig, und nur im Mittelwald auf gutem Standorte halten sie 300 Jahre aus. Sie erreichen eine Höhe von 80 bis 100 Fuss, wobei das untere Stammende 4 bis 6 Fuss im Umfange hat. Der ausgewachsene Buchenstamm bildet im dichten Schlusse, besonders zwischen Nadelhölzern, einen schönen, geraden und astfreien Schaft mit kleiner, nach aussen stets abgerundeter Krone. Im Freien zertheilt sich der Stamm bald in Aeste, die aber stets unter spitzigem Winkel mit dem Stamme emporstreben, sich in Verzweigungen theilen und so eine schöne runde oder eiförmige Krone bilden. Die Buche reinigt sich aber stets auf einige Klafter Höhe von den Aesten.

Die Stämme haben auf gutem Kalkboden fast eine cylindrische Form, indem zwischen dem Durchmesser in der Brusthöhe und dem in einer Höhe von 50 Fuss meist nur 2 bis 3 Zoll Abnahme stattfindet. Erst weiter aufwärts tritt die Kegelform hervor.

Die ziemlich regelmässig ovalen etwas zugespitzten Blätter sitzen an kurzen Stielen. Sie stehen alle mit der ganzen Blattfläche gegen die Sonne und bilden eine sehr dichte, stark beschattende Krone.

Ein holziger geschlossener Fruchtbecher umhüllt die zwei Samenkörner, der zur Reife in 4 Klappen zur Hälfte aufspringt und die Körner ausfallen lässt.

Die Rinde der älteren Stämme ist grau und weisslich gefleckt, hell und bleibt bis in's höchste Alter glatt und ohne zu bersten. Die ganze Rindenlage der ältesten Stämme erreicht kaum $^1/_4$ Zoll Dicke.

Der Splint, dessen Farbe von der des Holzes nicht sehr absticht, ist breit, das Mark klein, 3- bis 5eckig, röthlich. Die Holzringe sind deutlich, die äusseren Schichten einer jeden Jahreslage — weil porenärmer als die inneren — vorzüglich dicht und etwas dunkler gefärbt; die Spiegelfasern zahlreich, glänzend und beträchtlich gross, aber von feinerem Gefüge; die Poren fein, sehr zahlreich, theils einzeln, theils in Gruppen zerstreut. Das Gewebe ist im Ganzen dicht, kaum da und dort sichtbar, doch mit einzelnen gröberen Zellen besäet.

Das Holz hat einen Geruch nach Gärberlohe, ist in der Jugend weiss, später gelblich, röthlich, zimmtbraun, ziemlich fein, glänzend, dicht und schwer, ziemlich hart; es lässt sich gut und glatt bearbeiten, ziemlich leicht spalten, bekommt auch beim Austrocknen selten starke Risse; hat aber den grossen Fehler sehr leicht zu verderben, es fault sehr bald, wenn es nicht sorgfältig verwahrt ist, und wird leicht vom Wurm angegriffen. Schneewasser ist dem Buchenholz besonders nachtheilig. Auch schwindet es bedeutend, wirft sich dabei sehr leicht, was aber zu vermeiden sein soll, wenn man das Holz im Spätsommer schlägt, schleunig zurichtet und im Wasser auslaugt. Dagegen lässt es sich im Nothfalle durch erhöhte Temperatur schnell austrocknen und ist daher früher brauchbar als andere Holzarten.

Unter Wasser ist das Buchenholz äusserst dauerhaft, sonst verdirbt es bald und zwar im Freien mehr durch Fäulniss, unter Dach durch den Wurm.

In der Artillerie wird es zu Achsen, zu Deckel-, Ober- und Unterbäumen bei den Munitions- und Reservewägen, zu Deckelbögen, Felgen, Infanterie-Gewehrschäften, Schwingen, Protz- und Hebbäumen, Uhlanenlanzen-Schäften, dann zu Ober- und Unter-Leiterbäumen aller Leiterwägen u. s. w. verwendet.

Da das Rothbuchenholz beim Austrocknen nicht so leicht reisst, so können im Nothfalle im Felde alle Fuhrwerksbestandtheile aus derlei frischgefälltem Holze erzeugt werden.

Aus derselben Ursache ist es auch nicht nöthig von jenen buchenen Hölzern, bei denen — wie z. B. bei Hebbäumen — ein nachträgliches Schwinden und Werfen von keinem besonderen Nachtheile ist, grössere Vorräthe zu halten; was doppelt wünschenswerth ist, da das Buchenholz, wie erwähnt, unter Dach sehr häufig durch den Wurmfrass verdorben wird und wesswegen man auch von anderen buchenen Bestandtheilen keine zu grossen Vorräthe halten soll.

§. 319. Die Weissbuche, Hainbuche. — Dieselbe ist in ihrem Vorkommen weit beschränkter als die Rothbuche. Sie geht wenig über die Grenzen Deutschlands hinaus und auch weniger hoch in die Gebirge als diese.

Die kühleren, feuchteren Lagen zieht die Weissbuche entschieden den wärmeren, trockenen vor und gedeiht selbst im feuchten Seeklima noch gut; daher sie im nördlichen Deutschland heimischer als im südlichen ist.

Sie hat keine Vorliebe für den Kalk wie die Rothbuche, sondern ein sandiger frischer Lehmboden, der nicht sehr tiefgründig zu sein braucht, sagt ihr am meisten zu, so wie auch ein der Ueberschwemmung nicht ausgesetzter Auboden. Höheren Feuchtigkeitsgrad meidet sie.

Von den Insekten ist ihr nebst den Maikäfer-Larven noch eine Raupengattung nachtheilig, ohne jedoch einen besonderen Schaden anzurichten.

Sie leidet mitunter wie die Rothbuche am Rindenbrand.

Selten erreichen die Weissbuchen eine besondere Grösse; 60 bis 70 Fuss Höhe, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss Durchmesser im 110- bis 120jährigen Alter ist schon ein sehr guter Wuchs.

Der Stamm ist zwar gerade und meist bis zur äussersten Spitze im Schafte aushaltend, aber im hohen Grade spannrückig, das heisst: die Umfangsgrenzen sind wie jeder Jahrring im Querschnitte vielfältig und tief eingebuchtet, wodurch der Schaft eine unebene Oberfläche erhält.

Bis 15 Fuss Höhe nimmt der Stamm sehr wenig in der Dicke ab.

Das Mark der Weissbuche ist sehr klein, fünfeckig, bräunlich oder grünlich. Die Jahrringe sind deutlich durch dichteres, dunkleres Herbstholz und porenreicheres Frühlingsholz, sehr wellenförmig und oft einbauchend; die Spiegelfasern sind zahlreich, beträchtlich gross, festeren Gefüges, die Poren ziemlich zahlreich und ziemlich fein.

Das Gewebe ist deutlich schwammig und die ganze Holzmasse ziemlich gleichförmig und splintartig, daher man kein Kernholz unterscheidet.

Das Holz ist sehr weiss, fein mit etwas Glanz, sehr hart und fest, schwindet und reisst wenig, lässt sich, wenn die Jahrringe nicht wellenförmig sind, auch gut abdrehen und sauber bearbeiten.

Der Witterung oder der Feuchtigkeit ausgesetzt ist es von kurzer Dauer, dagegen ziemlich lang dauernd im Trockenen, obgleich es da gerne vom Nagekäfer heimgesucht wird.

Das Holz der Weissbuche ist eines unserer härtesten Hölzer und deshalb, so wie wegen seiner übrigen vorerwähnten Eigenschaften besonders zu solchen Werkhölzern, die einer grossen Krafteinwirkung zu widerstehen haben und einer starken Abnützung durch Reibung ausgesetzt sind, geeignet. Es findet daher vorzüglich zu Maschinenbestandtheilen und Werkzeugen, dann auch zu Hebbäumen, Speichen, Felgen, verschiedenen Drechsler- und Tischlerarbeiten Anwendung.

Wir verwenden es hauptsächlich zu Brandröhren, Laborir-Instrumenten und Lastwagen-Schwebstangen.

§. 320. Die Birke, Weissbirke. — Vorzüglich in Deutschland heimisch, ist die Birke eine gemeine, fast unter allen Verhältnissen vorkommende Holzart, die mehr oder minder eingemengt, beinahe in jedem Walde zu finden ist. In Hochwäldern kömmt sie mitunter als mitdominirende oder untergeordnete Holzart vor. In den Nadelholzbeständen bekommt sie in Folge ihres raschen Wuchses zum Nachtheile derselben bald die Oberhand. Im Niederwald ist die Birke dagegen mitunter eine sehr werthvolle Holzart, nur muss sie hinlänglich mit anderen Holzarten gemengt sein,

die ihr den Boden beschirmen und bei Kraft erhalten, was sie für sich allein nicht vermag. In den Mittelwald taugt sie nicht.

Es gibt keinen Boden, auf dem die Birke absolut nicht gedeihen würde, sie nimmt die kontrastirendsten Standorte ein; der zusagendste Boden ist ihr jedenfalls der frische, nicht sehr bindende Lehm- oder lehmige Sandboden. Obschon aber die Birke stets Frische im Boden liebt, so gedeiht sie doch im nassen Boden nicht gut, der Auboden im Bereiche der Ueberschwemmung ist daher auch nicht ihr natürlicher Standort; eben so sagt ihr der reine Kalkboden nicht zu.

Von widrigen Einflüssen hat die Birke wenig zu leiden, sie ist gegen Witterungseinflüsse unempfindlich. Auch die Insekten schaden ihrem Wachsthume wenig, mehr leidet sie durch das Anbohren zur Saftgewinnung und den dadurch verursachten Saftverlust. Als Fehler kommen Kröpfe, maseriger und wimmeriger Wuchs vor.

Unter günstigen Verhältnissen ist die Birke eine sehr raschwüchsige Holzart; ihr grösster Zuwachs liegt im Alter bis zu 40 Jahren. Hundert Jahre erreicht sie selten bei voller Gesundheit. Auf ausgezeichnetem Standorte gelangt sie zu einer beträchtlichen Höhe, im Verhältnisse zu ihrer Dicke; Stämme mit mehr als 15 Zoll Durchmesser und 100 Fuss Höhe gehören zu den Seltenheiten.

Der Stamm hat eine auffallende Neigung zu einem krummen und gebogenen Wuchse und ist stets vom unteren Stammende weg stark abholzig. Im dichten Schlusse ist jedoch der Birkenstamm schlank und langwüchsig.

Die Birke ist die erste von unseren Laubholzbäumen, die im Frühjahre ihr schönes Grün entfaltet. Die Blätter sind herzförmig spitzig, glatt, glänzend und hängen an langen Stielen herab. Der geflügelte Same entwickelt sich in einem walzigen hängenden Zäpfchen und fällt gleich den Blättern im Oktober ab.

Die Rinde beträgt am untern Ende mitunter 2 Zoll, nimmt aber aufwärts schnell ab.

Sie ist meist stark aufgerissen und höckerig; ihre äusserste leicht ablösbare Schichte ist blendend weiss mit gelben und braunen Flecken.

Das Mark ist sehr klein, länglich oder dreieckig und bräunlich. Die Jahrringe sind bauchig rund und nur durch eine schmale braune Herbstholzlinie ziemlich deutlich, die Poren an Grösse ziemlich abweichend, ziemlich fein, ziemlich zahlreich, einzeln und in Gruppen gleichmässig zerstreut, die Spiegelfasern zahlreich, schmal, etwas geschlängelt und fester als die Umgebung. Das Gewebe ist fein, doch noch sichtbar schwammig. Das ganze Holz ist splintartig und kein Kernholz zu unterscheiden.

Das Birkenholz hat je nach Alter und Boden eine gelblich weisse oder in das Röthliche spielende Farbe. Es ist ziemlich fein, ziemlich glänzend, ziemlich weich, sehr schwerspaltig, ferner ausserordentlich zähe und sehr elastisch.

Es hat unter allen Verhältnissen nur eine kurze Dauer, weil es seine natürliche Feuchtigkeit sehr lange behält und im trockenen Zustande gerne wieder Feuchtigkeit anzieht, es verstockt und wird auch leicht von Würmern zerfressen.

Am besten hält sich noch das Holz der an der Mittagsseite der Wälder wachsenden Bäume, so wie die Bäume mit knotiger Rinde besser, als die mit glatter Rinde sind. Das gute Holz zeigt beim Behauen eine sehr blanke Fläche.

Zu Bauholz taugt es wegen der kurzen Dauer nicht, um so mehr noch, weil man selten grosse Stärke und geraden Wuchs findet; dagegen werden die mannigfach gekrümmten 3 bis 8 Zoll starken Birkenhölzer häufig zu Haus- und Ackergeräthschaften und Wagnerarbeiten verwendet.

In der Artillerie — wo es eine sehr grosse Anwendung findet — wird das Birkenholz in 24 Fuss langen Stangen eingeliefert, woraus sodann nach Bedarf: Deichsel- und Gescheer-Arme, Deichselstangen, Zugwag-Balken und Drittel, Langwieden und andere Fuhrwerksbestandtheile erzeugt werden.

§. 321. Die Esche. — Dieselbe bildet für sich allein weder ganze Forste, noch auch reine Bestände, kommt aber in Vermengung mit anderen Laubhölzern, mitunter herrschend, nicht nur in allen Auwäldern, sondern auch im Hügellande bis in's Gebirge vor.

Im Allgemeinen liebt die Esche einen tiefen, lockern, frischen, selbst etwas feuchten, mit kleinen Steinen und Dammerde vermengten Lehmboden. Der Auboden ist es also entschieden, der ihr am meisten zusagt; sie erträgt hier nicht blos zeitweise Ueberschwemmungen, sondern erleidet auch Verschlemmung und Ueberschüttung ganz gut.

Bei ihrer Schnellwüchsigkeit erreicht die Esche in nicht allzulanger Zeit sehr grosse Dimensionen, und Eschen, mitunter bis zu 5 Schuh Durchmesser, 20 Klafter Höhe und 10 bis 12 Klafter sehr astreiner Schäfte, kommen in den Marchauen Mährens nicht selten vor.

Der Splint ist sehr breit und weiss, das Mark fünfeckig, weiss, am Saume bräunlich. Die Jahrringe sind sehr deutlich durch die porenlose Herbstlinie und den starken, gröberporigen Frühlingsstreifen, kreisrund, in älteren Stämmen nach den Rinderissen eckigrund. Die Poren nehmen an Grösse vom Frühling- zum Herbstholz bis zum Verschwinden ab, sind gröblich, sparsam, einzeln und zerstreut. Die Spiegelfasern sind sehr zahlreich, schmal, kaum fester als das umgebende Gewebe, welches deutlich und locker ist.

Das Kernholz ist braun, das jüngere oder Reifholz weiss oder gelblich.

Das Eschenholz hat einen Runkelrübengeruch, ist ziemlich fein, glänzend, ziemlich hart, schwerspaltig, ausserordentlich zähe, ferner elastisch und ziemlich fest. Es lässt sich sehr glatt bearbeiten, und hat die Tugend, dass es nicht leicht aufreisst.

Im Trockenen ist es ziemlich dauerhaft, der Witterung ausgesetzt, in abwechselnder Feuchte und Trockenheit, so wie unter Wasser hat es geringe Dauer. Das junge Holz ist unter Dach dem Splintkäfer ausgesetzt.

Es wird im Civile fast zu aller Art Wagnerhölzern wegen seiner Zähigkeit angewendet, die Drechsler und Tischler lieben es um seiner schönen geflammten Textur willen.

In der Artillerie wird das Eschenholz nur zu Speichen verwendet, da es ziemlich theuer ist.

§. 322. Der Feld-Ahorn. — Diese Ahornart ist nur in milderen, tieferen Lagen zu finden, liebt einen tiefgründigen humusreichen Boden und verträgt einen ziemlich hohen Feuchtigkeitsgrad; in den Auwäldern gedeiht sie ausser dem Ueberschwemmungsrayon gut und bildet ansehnliche Stämme, während sie in rauhen Lagen nur strauchartig fortkommt und an Feldrändern niedrige Büsche bildet.

Unter günstigen Verhältnissen erreicht der Ahorn eine Stärke von 1—1½ Fuss, eine Höhe von 40 Fuss und ein Alter über 100 Jahre.

Das Mark ist klein, etwas eckigrund und röthlich, mit schmalem dunkelgefärbtem Ringe. Die Jahrringe sind durch eine dunkle Spätjahrslinie deutlich, die Poren gleichförmig, mittelzahlreich, fein, gleichmässig zerstreut, die Spiegelfasern zahlreich, schmal, fester als die Umgebung. Das Gewebe ist weitmaschig mit flammenartig verzweigten, schwammigen Stellen.

Das Holz ist röthlich weiss mit etwas Glanz, fest, elastisch, zähe und sehr hart, lässt sich leicht und glatt, besonders mit dem Hobel bearbeiten, es ist häufig maserig, vielästig, keinen Krankheiten und Feinden unterworfen, jedoch nur im Trockenen von Dauer. Wegen seiner Härte und schönen Textur wird das Ahornholz von den Drechslern, Tischlern und Wagnern geschätzt.

In der Artillerie wird es vorzüglich zu Laborir-Instrumenten und Modellen verwendet.

Unter den anderweitigen Ahornarten ist nur der Berg-Ahorn zu erwähnen, welcher sich fast in allen Laubholzforsten eingemengt befindet, eine Stärke von 2—3 Fuss und eine Höhe von 80 bis 90 Fuss erreicht.

Dessen Holz ist in seinen Eigenschaften von dem vorbesprochenen wenig verschieden, jedoch mehr weiss.

In Fällen, wo grössere Dimensionen benöthigt werden, dürfte der Berg-Ahorn dem Feld-Ahorn vorzuziehen sein.

§. 323. Die Linde, Sommerlinde. — Als eigentlicher Waldbaum kommt die Linde selten vor, nur hie und da eingemengt. Es ist auch der Bedarf an starkem Lindenholz so gering, dass er leicht ausser dem Walde gedeckt werden kann, wo diese Baumart gerne in Alleen u. s. w. gepflanzt wird.

Die Linde gehört zu den stärksten Bäumen Europa's und erreicht bei einer Höhe von 80 bis 100 Fuss eine Dicke von 4 bis 8 Fuss im Durchmesser und ein Alter von 500 bis 1000 Jahren.

Sie steht gerne frei auf gemässigt feuchtem, nicht zu festem Boden.

Besondere Feinde und Krankheiten hat die Linde nicht; nur wächst auf alten Bäumen häufig die weisse Mistel.

Das Mark ist klein, fünfeckigrund und weiss. Die Jahrringe sind deutlich, kreisig, aber häufig etwas unregelmässig laufend, die Poren fein, an Grösse schwankend, ziemlich sparsam und zerstreut, die Spiegelfasern zahlreich, ziemlich schmal.

Das Gewebe ist schwammig, stellenweise weit- und engmaschiger.

Der Splint ist breit und so wie das jüngere Holz weiss.

Das Lindenholz ist sehr elastisch, sehr weich, ziemlich zähe und von geringer Festigkeit; lässt sich ausserordentlich gut und glatt bearbeiten und auch leicht über

oder schräg durch die Richtung der Holzfasern schneiden, wodurch es sich vorzüglich zu Schnitzarbeiten eignet.

Im Trockenen ist es dauerhaft, in freier Witterung und unter Wasser ist es nicht haltbar und verweset bald.

Es wird zu Tischler-, Drechsler-, hauptsächlich aber zu Schnitzarbeiten angewendet.

In der Artillerie verwendet man es zu Wischerkolben, Modellen, Granaten- und Büchsenkartätschen-Spiegeln, Maschinenbestandtheilen u. s. w.

Es gibt auch noch die sogenannte Winterlinde, die in ihren Eigenschaften so ziemlich mit der vorbesprochenen übereinkommt und deren Holz auch dieselbe Anwendung findet.

§. 324. Der Nussbaum. — In ganz Deutschland verbreitet, gedeiht der Nussbaum auf mildem, mässig feuchtem Boden an besten. Im milden Klima erreicht er eine Höhe von 60 bis 70 Fuss, eine untere Dicke von 3 bis 4 Fuss und auch oft ein Alter von 200 Jahren.

Das Mark ist ziemlich stark, eckigrund und braun, beim gespaltenen Holz in Folge des Schwindens eine Reihe hohler platter Fächer bildend. Die Jahrringe sind gleichförmig, etwas wellig, deutlich durch die schmale dunkle Herbstlinie, die Poren gröblich, nicht besonders zahlreich, zerstreut, die Spiegelfasern zahlreich und mittelbreit. Das Gewebe ist ziemlich grobschwammig mit kurzen, feinen welligkreisigen, dunkleren Linien, der Splint schmutzig weiss, breit, 7 bis zu 30 Jahrringe begreifend.

Das Holz ist schön braun bis schwarzbraun und riecht im grünen Zustande nach gegerbtem Leder. Die Farbe spielt auch öfters in's Gelbliche, ist mitunter hellgelb oder grau geflammt.

Die weisse Farbe ist jedoch beim Nussbaumholz in der Regel ein Zeichen der Krankheit, obwohl zeitweise auch ein gutes Holz mit dieser Farbe sich findet.

Das Nussholz ist ziemlich fein, geschmeidig mit etwas Glanz, ziemlich hart, sehr zähe, fest, lässt sich ausserordentlich rein ausarbeiten, gut schneiden, bohren, stemmen, es springt und reisst selten und widersteht der Einwirkung des Wechsels der Witterung und Temperatur mehr als viele andere Holzarten. Im Trockenen ist es sehr dauerhaft. Dessen Hauptfehler ist, dass es nicht selten am Wurmstich leidet; auch kommen, nebst falschem Mondring und Kernschäle, beim Nussholz noch sogenannte Pechadern vor, nämlich Risse oder dünne Höhlungen, die mit Harz angefüllt sind. Im Civile wird es zu Möbeln, vorzüglich aber zu Gewehrschäften verwendet.

In der Artillerie wird es zu Modellen, dann zu Jägerstutzen- und Pistolenschäften angewendet — zu welch' letzterem Gebrauche es das beste Holz ist — und wird nur der Kostspieligkeit wegen nicht auch zu den Infanterie-Gewehrschäften genommen.

§. 325. Der Birnbaum. — Der Baum der wilden oder Holzbirne liebt einen trockenen Lehmboden und ist dem Kalkgehalte im Boden sehr hold, erreicht auf gutem Standort bei 50 Fuss Höhe und am unteren Stammende 18 Zoll Dicke.

In alten Bäumen wächst häufig die Mistel. Das Mark ist klein, rund und weiss. Die Jahrringe sind deutlich durch die dunklere Herbstlinie, die Poren fein, sehr zahlreich, gleichmässig zerstreut, die Spiegelfasern sehr zahlreich, ziemlich schmal. Das Gewebe ist noch sichtbar mit einzelnen gröberen Zellen, der Splint sehr breit und gleich dem Holz bräunlichroth.

Das Holz ist fest, dicht, ziemlich hart und sehr zähe, lässt sich spiegelglatt bearbeiten, unterliegt dem Werfen nicht sehr und ist im Trockenen ziemlich dauerhaft.

Es wird wegen seiner schönen, oft geflammten Textur von Drechslern und Tischlern sehr geschätzt und zu Instrumenten, Modellen, so wie zu kleinen Möbelstücken verbraucht.

In der Artillerie verfertigt man daraus massive Patron-Cylinder, Laborir-Instrumente, Modelle u. s. w.

Nadelhölzer.

§. 326. Die Tanne, Weisstanne, Edeltanne. — Dieselbe ist in ganz Deutschland kultivirt, kommt theils in reinen Beständen, theils eingemengt mit Fichte und Buche vor.

Sie sucht im Gebirge die schattigen Nordseiten und tief eingeschnittenen Thäler mit beträchtlicher Luftfeuchte, meidet aber den nassen Boden. Ihr Stamm hat gewöhnlich einen ganz geraden, schönen und vollkommen gerundeten Wuchs und erreicht

eine ansehnliche Höhe und Stärke, während ihre Lebensfähigkeit bis an 300 Jahre dauert. Stämme von 180 Fuss Höhe und 48 Zoll Durchmesser in Brusthöhe sind keine Seltenheit

Der Nutzholzwerth der Tanne wird jedoch häufig durch die tiefen Gänge des Borkenkäfers und der Tannenholzwespe beeinträchtigt; häufig ist sie auch ringschälig, manchmal kropfig, drehwüchsig; im Alter wird sie oft stammdürr, wobei sich im Innern eine Menge sauerer Säfte ansammelt und die Rinde sich ablöset.

Die Nadeln der Tanne sind schmal, lanzenförmig und stehen zu beiden Seiten des Zweiges kammförmig beisammen. Der Fruchtzapfen steht aufwärts.

Das Mark ist eckigrund und braunroth. Die Jahrringe sind sehr deutlich, regelmässig rund, die Spiegelfasern zahlreich, schmal, fester als die Umgebung.

Die Poren fehlen ganz. Das Gewebe ist gleichförmig, der Splint breit.

Das Holz ist weiss, weich, aber zähe, ziemlich fest und elastisch; spaltet sehr leicht, lässt sich leicht und glatt bearbeiten, ist im Trockenen sehr dauerhaft, weniger in beständiger Feuchtigkeit oder in Wind und Wetter, in abwechselnder Nässe und Trockenheit verdirbt es bald.

Das beste Holz ist das der jüngeren Bäume, oder das der älteren mit graulich weisser Rinde und schmalen Jahrringen. Besonders gut ist es, wenn zwischen den Jahrringen einzelne, gelbere, harzige vorkommen, und es ein weisses, wohlriechendes Harz ausschwitzt, denn solches Holz widersteht dem Verstocken besser.

Wird das Tannenholz alt, so wird es hornartig hart und schwer zu bearbeiten.

Das Tannenholz ist als Bauholz unter Wasser, am besten aber auch im Innern der Gebäude, besonders zu Fussboden verwendbar, wozu es die wünschenswerthe Eigenschaft hat, dass die Bretter wenig asthaltig sind und ihre weisse Farbe dauerhaft behalten. Zu Schiffsmasten und Segelstangen wird es wegen seiner Elasticität gerne verwendet, aus welcher Ursache man es auch zu liegenden, in grösseren Abständen unterstützten Traghölzern verwenden kann. Wegen seiner leichten Spaltbarkeit ist es auch zu Binderholz geeignet.

In der Artillerie benützt man das Tannenholz zu Pfosten für Bettungen und Pulverkammern, als Bretter zu Schussscheiben und Planken, zu Gewehr- und irregulären Verschlägen, ferner zu Ladzeug- und Deckelstangen, und verschiedenen Pflöcken; jedoch wählt man für die vorbenannten Gegenstände — mit Ausnahme der Bretter — lieber das Fichtenholz.

§. 327. **Die Fichte, Rothtanne.** — Wegen ihres ausgedehnten Vorkommens und ihrer vielseitigen Verwendung ist die Fichte eine der wichtigsten Holzarten für das mittlere Europa; sie kommt eben so gut in der Ebene fort, als sie entschieden eine Holzart des Gebirges ist.

Der zusagendste Boden für die Fichte ist ein frischer Lehmboden, bei dem es viel weniger auf Tiefgründigkeit, als auf eine sorgfältig erhaltene gute Humusdecke ankommt. Den Kalkgehalt liebt die Fichte nicht; Bodenfeuchtigkeit verträgt sie in ziemlich hohem Grade.

Auf geeignetem Standorte erreicht die Fichte eine Höhe von 180 Fuss, eine untere Dicke von 48 bis 56 Zollen und ein Alter von 200 Jahren.

Im gut geschlossenen Waldbestand wächst der Fichtenschaft regelmässig schlank, senkrecht, ziemlich gerundet und oft bis zu drei Viertheilen der Höhe astrein.

Zwischen dem 30. und 50. Jahre findet sich bei der Fichte häufig die Rothfäule ein, was besonders auf sehr humosem und feuchtem Boden der Fall; auch wird die Fichte öfters ringschälig und nicht selten etwas drehwüchsig.

Von Schmarotzern ist die Bartflechte bemerkenswerth.

Auch von einigen Insekten hat die Fichte zu leiden, am meisten aber von dem Fichten-Borkenkäfer.

Die Nadeln sind vierkantig und überziehen sehr dicht die jüngeren Aeste und Zweige; die Fruchtzapfen hängen abwärts.

Das Mark ist eckigrund und braunroth.

Die Jahrringe sind sehr deutlich durch dunklere Umfangslinien geschieden, etwas feinwelliger als bei der Tanne, die Harzporen fein, etwas sparsam, zerstreut, die Spiegelfasern zahlreich, ziemlich schmal, von festerem Bau als das übrige Gewebe, welches schwammig und am Ende der Jahrringe massiger ist.

Das Holz ist gelblich weiss oder leicht röthlich, besonders der Splint, es ist weich, das leichteste unter allen Nadelhölzern, aber zähe, ziemlich fest, elastisch und lässt sich leicht und glatt bearbeiten.

Im Trockenen und in der Erde hat das Fichtenholz eine grosse Dauer, weniger

in Wind und Wetter oder in beständiger Feuchtigkeit. Im Trockenen schwindet und reisst es jedoch leicht.

Es wird als Bauholz im Trockenen und zu allen Arten Hausgeräthe benützt.

In der Artillerie wird es zu Munitionskästen und Verschlägen, Fuhrwerks-Vertäfelungen, Bettungs-Rippenhölzern und zu den bei der Tanne angegebenen Gegenständen, wegen seiner grösseren Dauer, mit Vorzug angewendet.

§. 328. Die österreichische Schwarzföhre. — In reinen Beständen von grösserer Ausdehnung findet sich diese Föhre am nördlichen Abfalle des Schneeberges, in den Vorbergen dieses Alpentheiles, auf den Kalkbergen des Wiener Waldes und auf dem sogenannten Steinfelde bei Wiener Neustadt. Sie ist eine entschieden kalkholde Pflanze und nimmt mit dem seichtesten Kalkfelsboden vorlieb. Feuchten Boden verträgt sie nicht.

Wenn die Schwarzföhre nicht geharzt wird, erreicht sie ein Alter von 200 bis 500 Jahren bei voller Gesundheit; bei der Harznutzung aber höchstens 100 Jahre, und in den besten Verhältnissen eine Stärke von 15—18 Zoll Durchmesser und 10 bis 12 Klafter Höhe.

Der Schwarzföhrenstamm ist schon von Jugend auf meistens stufig und abholzig, hat eine kegelige Form und ist je nach dem Windandrange oft ganz gedreht.

Von Krankheiten und Insektenfrass hat die Föhre wenig zu leiden; am gefährlichsten ist ihr noch der Kiefermarkkäfer.

Die langen Nadeln sitzen paarweise in einer braunen Blattscheide unregelmässig zerstreut an den Zweigen. Die Fruchtzapfen haben eine Kegelform und hängen an sehr kurzen Stielen abwärts.

Das Mark ist vieleckig, zipfelig und roth. Die Jahrringe sind durch dunklere, dichtere Umfangslinien sehr deutlich, etwas wellig, die Harzporen zahlreich, ziemlich fein, einzeln und paarweise gleichmässig zerstreut, die Spiegelfasern zahlreich und schmal. Das Gewebe ist deutlich schwammig. Der Splint, mindestens 12 Jahre umfassend, ist gelblich oder röthlich weiss.

Das Holz hat einen Geruch nach ranzigem Oel, ist gelblich röthlich, ziemlich fein, weich, sehr fest und dicht, ziemlich elastisch, reisst beim Nageln nicht viel auf, aber es hat den Uebelstand, dass es beim Austrocknen sehr schwindet und leicht aufreisst; auch wieder gerne Feuchtigkeit aufnimmt.

Es ist im Trockenen und unter Wasser sehr dauerhaft, nicht so gut in abwechselnder Nässe und Trockenheit; es hält sich in dem Masse besser als es harziger ist. So vortheilhaft jedoch ein grösserer Harzgehalt in Beziehung auf Konservation ist, so hat er denn doch den Uebelstand, dass er in der Mittagssonne ausbratet und das Holz den Oelanstrich schwer annimmt.

Das Föhrenholz wird zu Pfosten bei Wasserbauten, zu Mühlwellen, Wasserröhren, zu Dachstühlen und überhaupt zu dem ganzen Oberbau eines Gebäudes verwendet, nur hält es oft schwer, sehr lange Bauholzstücke gerade auszuzimmern, da der schönste Föhrenstamm nie jenen schnurgeraden Wuchs zeigt, wie die Tanne und Fichte.

In der Artillerie wurde es bisher ausser zu Löschtrögen und Tischfüssen wenig angewendet.

§. 329. Die Lärche. — In Deutschland sind nur zwei natürliche ausgedehnte Lärchengebiete, nämlich die Alpen und die schlesischen nordöstlichen Abdachungen der Sudeten; seit 50 Jahren wird die Lärche jedoch fast in allen deutschen Ländern durch Kultur erzeugt.

Im Allgemeinen ist es ein tiefgründiger, kräftiger Lehmboden, wenn auch ziemlich stark mit Schotter und Steinen gemengt, der die besten Lärchen trägt. Entschieden gut gedeiht die Lärche auf solchem Boden, der früher als Acker benützt war und dann zu Wald umgewandelt wurde.

Die Lärche hat einen schlanken Wuchs, kurze Aeste, erreicht eine Höhe von mehr als 100 Fuss, eine untere Dicke von 3 bis 4 Fuss und ein Alter von 200 Jahren.

Die alten Stämme sind selten so schnurgerade gewachsen wie Fichten und Tannen, sondern haben gewöhnlich an der unteren Hälfte einen sanften Ausbug und zwar meist nach der herrschenden Windrichtung.

Gegen klimatische Verhältnisse ist die Lärche ziemlich unempfindlich. Auf ungünstigem Standpunkte ist bei ihr die Bartflechte heimisch.

Die Nadeln sind $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Zoll lang, glatt, sehr zart und weich und besonders im Frühjahre nach dem Ausbruche schön hellgrün. Die Lärche ist die einzige Nadelholzgattung, deren Nadeln alljährlich sich erneuen und abfallen. Die kleinen,

einen Zoll langen Zapfen sitzen aufrecht an kurzen, dicken Stielen auf allen Zweigen zerstreut.

Das Mark ist fast Null, eckigrund und roth. Die Jahrringe sind auffallend deutlich durch die dichtere und harzreichere Umfangslinie, etwas wellig kreisrund, die Harzporen an Grösse verschieden, fein, ziemlich sparsam, zerstreut, die Spiegelfasern ziemlich zahlreich, schmal, fester als das umgebende Gewebe, welches schwammig, aber regelmässig ist. Der Splint ist von verschiedener Breite, bald blos einige, bald bis 20 Jahrringe umfassend und gelblich.

Das Lärchbaumholz ist rothgelb, nach dem Kern zu rothbraun, zuweilen gelbroth geflammt; es ist ziemlich grob und glänzend, ziemlich elastisch, dicht und kernig, sehr zähe, ziemlich weich und hat die gute Eigenschaft, dass es von den Würmern nicht angefressen wird, weil es von einem balsamischen Harz durchdrungen ist.

Es hat überall eine ausserordentliche Dauer: in beständiger Nässe, der Witterung preisgegeben und im Trockenen; unter Wasser wird es steinhart. Das Lärchbaumholz ist daher unter den Nadelhölzern das nützlichste Land-, Schiff- und Wasserbauholz; ja an Tragfähigkeit in horizontaler Lage steht es über allen anderen Artillerie-Werkhölzern. Dieses gilt jedoch hauptsächlich nur, wenn die Lärche auf einem ihr heimischen Boden erwachsen ist; wo sie künstlich angesiedelt wird, ist das Holz schwammiger und von weit geringerer Dauer.

In der Artillerie wurde es bisher wenig benützt und nur als Bauholz, zu Maschinenbestandtheilen, als Pfosten, zu Wasserbottichen und Zuber angewendet; es wäre jedoch, so wie das Föhrenholz geeignet, im Nothfalle das Eichenholz, wo dasselbe bei den Fuhrwerken und Protzen in horizontaler Lage angewendet wird, zu ersetzen.

Wahl der Fällungszeit für die Werkhölzer.

§. 330. Ueber die geeigneteste Fällungszeit der Werkhölzer bestehen in neuerer Zeit entgegengesetzte Ansichten.

Die einen halten an der früheren Ansicht fest, und geben den Spätherbst und Winter als die zur Fällung des Werkholzes zweckmässigste Zeit an, weil dann der Baumsaft mehr koncentrirt und weniger zur Gährung geeignet sei, als während der sogenannten Saftzeit, wo er sich in einem mehr verdünnten, wässerigen Zustande befindet, leicht in Gährung übergeht und die Verderbniss des Holzgewebes herbeiführt. Auch verdünste bei im Spätherbst und Winter gefällten Stämmen der Baumsaft bei der stufenweise eintretenden Frühlingswärme, ohne in Gährung zu gerathen, allmälig, und das Holz sei weniger dem Verstocken und dem Wurmfrass unterworfen, auch überhaupt von längerer Dauer als das während der Saftzeit gefällte. Dieses allmälige Verdünsten des Baumsaftes sichere auch das Holz vor dem Reissen und Werfen, dem das in der Saftzeit gefällte Holz unausbleiblich ausgesetzt wäre, wenn man es etwa, um ebenfalls die Gährung des Saftes zu verhüten, an der Sonne schnell austrocknen liesse. Auch soll das ausser der Saftzeit gefällte Holz weit dichter, specifisch schwerer, fester und härter sein, sich auch weit besser und glatter bearbeiten lassen als das in der Saftzeit gefällte.

Die anderen räumen dem Fällen in der Saftzeit den Vorzug ein. Sie geben nicht zu, dass der zur Saftzeit dünnere Saft mehr zur Gährung geneigt sei und meinen, wenn dieses wirklich der Fall wäre, so sei gerade um so mehr Grund, das Werkholz während der Saftzeit zu fällen, um den Baumsaft unter Begünstigung der Sonnenwärme so schnell als möglich, und noch ehe er in Gährung geräth, aus dem gefällten Baume zu entfernen. Sie behaupten auch, dass das während der Saftzeit gefällte Holz nicht nur leichter, sondern auch vollkommener austrocknet als das im Spätherbst und Winter gefällte; das letztere behalte oft noch sehr lange Feuchtigkeit bei sich, die es zum Verarbeiten nicht tauglich mache und wohl gar die Verderbniss des Holzes herbeiführe. Das sehr schnelle Austrocknen könne zwar zum Aufreissen der Stämme Anlass geben; es dürfte dies aber wohl nur bei solchen eintreten, die mit ihrer ganzen natürlichen Rundung benützt würden, während bei jenen Stämmen, die ihrer technischen Bestimmung entsprechend gleich nach dem Fällen in Theile zerlegt werden, diese Besorgniss ohnehin wegfalle. Auch wollen sie nicht zugeben, dass das ausser der Saftzeit gefällte Holz dichter, fester und härter sei.

Aus diesen entgegengesetzten Ansichten geht jedenfalls so viel hervor, dass der Unterschied in der Qualität und Dauer des in der Saftzeit und des ausser derselben gefällten Holzes mindestens nicht gross sein und man daher keinen grossen Fehler begehen kann, wenn man an der bisherigen Gepflogenheit festhält und das Schlagen

der Artillerie-Werkhölzer auch noch ferner im Spätherbst und Winter vornimmt, bis vergleichsweise Proben diese Frage entscheiden.

Dass ein grosser Unterschied der Qualität im Innern starker Stämme zu verschiedenen Jahreszeiten nicht bestehe, sowie dass der Unterschied des Einflusses des ab- und zunehmenden Mondes von keiner Bedeutung sein könne, wurde schon in dem Kapitel über die Dauer des Holzes erörtert.

Da jedoch die Gährung des Holzsaftes, so wie das möglichst baldige Verdunsten seines Wassers auf die Dauer des Holzes unbestreitbaren Einfluss hat, so bliebe noch zu ermitteln, ob der grössere, jedoch verdickte Saftgehalt des Winterholzes oder der kleinere aber flüssigere der Saftzeit länger die Feuchtigkeit im Holze zurückbehalte, und welcher Saftgehalt von beiden mehr zur Gährung geneigt sei.

Bei Bestimmung der Fällungszeit soll auch auf die verschiedene Anwendung der Werkhölzer Rücksicht genommen werden. So können Hölzer, die ihrer technischen Bestimmung gemäss gleich nach dem Fällen auf die vorgeschriebenen Dimensionen zerkleinert werden, gleich jenen, die unter Wasser, oder in der Erde verbaut werden sollen, unbedenklich in und ausser der Saftzeit geschlagen werden; wogegen solche Hölzer, die man in starken Dimensionen oder in ihrer ganzen natürlichen Rundung benöthigt, besonders aber derlei Nadelhölzer, im Spätherbst oder Winter, Spalthölzer aber in der Saftzeit, wo sie sich besser spalten lassen, gefällt werden sollen.

Man wählt auch vorzüglich darum gerne den Winter als Fällungszeit, weil der junge Nachwuchs bei Schnee am wenigsten leidet, eine Schneebahn den Transport aus dem Walde erleichtert, und um diese Zeit die Arbeiter, so wie die Fuhrwerke weniger Beschäftigung haben, somit billiger zu haben sind.

In Bezug der Witterung ist zu beobachten, dass das Fällen der Werkhölzer weder bei starkem Frost, noch bei heftigen Winden vorgenommen werden dürfe; weil im ersten Falle das Holz sehr hart und spröde, somit schwer zu bearbeiten ist und die Stämme leicht von einander reissen, im letzteren Falle es nicht immer in der Macht der Holzhauer liegt, nach welcher Seite die Bäume fallen sollen, sondern dieselben leicht durch starke Winde auf die nicht beabsichtigte Seite gerissen werden, benachbarte Bäume, oder auch sich selbst und die Arbeiter beschädigen können. Tiefer Schnee ist ebenfalls nicht günstig für die Fällung des Holzes.

Auswahl der Bäume zur Fällung.

§. 331. Eiche, Ruste, Rothbuche, Birke und Esche sind die Holzarten, deren Sicherstellung, für den Bedarf an Werkhölzern durch Selbstbesorgung im Holzschlag, der technischen Artillerie übertragen werden kann.

Die Auswahl der Bäume soll wo möglich schon in dem der Fällungszeit vorhergehenden Frühjahre geschehen, damit man dieselben in der Saftzeit je nach ihrer Höhe 3—4 Schuh vom Boden aufwärts ringsum entrinden und bis zur Fällungszeit am Stamm abtrocknen lassen kann.

Die Bäume sterben auf diese Art allmälig ab, entleeren sich von dem grössten Theil der Säfte, wobei das Holz ohne aufzureissen trocknet und schwerer wird. Die Gewinnung grösserer Dauer muss indessen bezweifelt und erst erprobt werden, da die von der Wurzel während des Abwelkens des Baumes noch aufgesaugten und aufwärts geleiteten Nahrungssäfte nicht mehr vollkommen verarbeitet werden können, und wahrscheinlich mehr rohe Stoffe im Holze absetzen. Versuche mit Eichen und Eschen sollen sogar wahrscheinlich machen, dass solches Holz an Dauer verliert; anders ist es mit dem Schwarzföhrenholz, so wie überhaupt mit allen Nadelhölzern, in denen jede Verletzung Harzandrang nach sich zieht.

Die richtige Auswahl der Bäume bleibt stets eine wichtige, aber auch schwierige Aufgabe, weil die Beschaffenheit des Baumes von so manchen Umständen abhängig ist und dabei die technische Anwendung des Werkholzes so viele Rücksichten bedingt.

Nicht nur der Boden, sondern auch der Standort und das Klima haben einen grossen Einfluss auf die Güte des Holzes, die noch durch Alter, Krankheiten und Feinde beeinträchtiget wird.

Bei Beschreibung der Artillerie-Werkhölzer ist schon angegeben worden, in welchen Lagen und Standorten, so wie auf welchem Boden eine jede Holzgattung am besten gedeiht.

Im Allgemeinen ist noch Folgendes zu bemerken: Das Holz wächst viel vorzüglicher auf einem trockenen als auf einem nassen Grund, oder auf einem Boden, der den Regen nicht gut durchlässt und somit nicht schnell wieder trocknet.

Sowohl Laub- als Nadelhölzer arten auf einem zu üppigen fruchtbaren Boden aus;

sie wachsen wohl schnell und anfangs auch sehr kräftig, aber das Holz verliert an Härte, Festigkeit und Dauer, und die Bäume erreichen weder die vollkommene Höhe und Stärke, noch ein hohes Alter. Nadelhölzer, vorzüglich Fichten und Föhren sind geneigt, kernfaul zu werden, wenn sie auf einem zu nahrhaften Boden wachsen. Der Baum treibt zu grosse Jahrringe, die Gefässe werden mit Saft überfüllt, die Holzmasse wird schwammig, der Baum krankt, wird oft kernschälig und schälrissig und stirbt bald gänzlich ab. Dasselbe gilt auch von Bäumen, welche auf sumpfigem, wasserreichem und überschwemmtem Boden wachsen. Solches Holz gibt beim Bearbeiten kurze und bröckliche Späne, spaltet und reisst auch leicht auf, während das auf gutem, trockenem Boden gewachsene Holz lange, bandförmige, zarte und elastische Späne bildet.

Ein Boden, der öfters Ueberschwemmungen ausgesetzt ist, darf auch darum nicht gewählt werden, weil das geschlagene Holz, bei einer zeitlich eintretenden wärmeren Witterung und hierdurch verursachten Ueberschwemmung nicht nur zu sehr der Nässe preisgegeben würde, sondern auch sogar theilweise weggeschwemmt werden könnte.

Ist jedoch der Boden für eine Baumart zu arm, sandig, dürr, oder im Sommer zu trocken, so wachsen die Bäume nur langsam und selbst das Holz leidet oft dabei, indem es leicht innerliche Risse und andere Fehler bekommt.

Die gegen Mittag stehenden Bäume wachsen im Allgemeinen schneller und erreichen ihre Vollkommenheit früher als die an der Nordseite des Waldes stehenden; ihr Holz ist jedoch fast immer ästiger, grobfaseriger, weicher und weniger fest.

Die an der Nordseite wachsenden Bäume haben dagegen einen geraden, kräftigen Wuchs und ein festeres, härteres, feineres und specifisch schwereres Holz; nebstbei finden sich bei ihnen die wenigsten inneren Mängel, weil sie den heftigen Winden und Frösten nicht so ausgesetzt sind, und auch im Sommer mehr Kühle und Feuchtigkeit haben.

Die an der Ost- und Westseite wachsenden Bäume halten in Hinsicht ihrer Beschaffenheit das Mittel zwischen den an der Nord- und Südseite wachsenden. Die gegen Morgen stehenden Bäume sind zwar auch gegen die starken Winde und Winterfröste gesichert, allein sie werden sehr oft im Frühjahr durch späte Fröste ihrer Knospen beraubt, was ihrem Wachsthum schadet, so, dass sie ungestaltet und klein bleiben.

Die Abendwinde beschädigen die ihnen ausgesetzten Bäume und zerbrechen deren Aeste. Allgemein haben aber die herrschenden Winde auf die Bäume, welche ihnen ausgesetzt sind, einen nicht unbedeutenden Einfluss hinsichtlich der Beschaffenheit des Holzes. Kernschäden, Schalrisse, doppelter Splint und andere örtliche Fehler können durch sie veranlasst werden.

Einzelne an der Höhe eines Berges stehende Bäume haben in der Regel ein wohl härteres, aber knorriges, maseriges, gewundenes Holz und keinen so geraden Wuchs als jene, welche in dicht geschlossenen Waldrevieren wachsen. Letztere liefern dagegen gewöhnlich ein geradfaseriges, gleichförmigeres, weniger ästiges und specifisch leichteres Holz. Föhren, die auf Anhöhen gewachsen, und mithin den Stürmen und dem Wetter mehr ausgesetzt gewesen sind, geben jedoch ein härteres und festeres Holz als die in nassen und niedrigen Orten gewachsenen. Andere Bäume, die durch ihren freien Stand von Jugend auf von den Winden viel gebogen und bewegt wurden, haben oft ein sehr zähes Holz aber mit gewundenen Fasern.

Eichen und Rusten gedeihen am besten in einer Stellung, wo die Strahlen der auf- und untergehenden Sonne, somit Licht, Wärme und Luft auf sie einwirken können und sie in keinem zu dichten Waldesschlusse wachsen.

Der Hagel, gewöhnlich von heftigen Sturmwinden begleitet, bringt den Bäumen ebenfalls grossen Schaden; denn die Winde reissen die vom Hagel beschädigte Rinde der jungen Bäume herunter, wodurch dieselben meistens im Kern schadhaft werden.

Frei wachsende Bäume bekommen auch oft auf der Nordseite, welche den kalten Winden am meisten ausgesetzt ist, ein ungewöhnlich hartes und auf der entgegengesetzten Seite ein verhältnissmässig weicheres Holz.

In Bezug des Klimas, dessen Wahl der technischen Artillerie nicht obliegt — indem ihr die Gegend des Holzschlages angewiesen wird — ist nur bemerkenswerth, dass der Einfluss des Nordens auf jene Bäume, die dessen Strenge noch ertragen, nicht ungünstig wirkt; die Holzfaser schliesst sich da kräftiger, ja die Föhre erreicht im nördlichen Europa die grösste Vollkommenheit. Die Eichen geben jedoch in nördlichen Ländern ein grobfaseriges Holz.

Die heisse Region übt bei Bäumen, die in ihr heimisch sind, dagegen einen noch günstigeren Einfluss auf die Holzbildung aus; sie wachsen in der Regel ausserordentlich kräftig und ihr Holz wird meistens ausgezeichnet dicht, hart, fein und dauerhaft.

Ist der Standort der Bäume entsprechend gefunden, so wird zur Auswahl der

Bäume selbst geschritten. Nachdem man sich überzeugt hat, ob ein Stamm nach seiner Struktur und seinem Wuchse überhaupt zu Werkholz tauglich ist — nämlich ob er gerade gewachsen und nicht vielästig, krumm, schief, wimmerig, drehwüchsig und struppig sei, oder eine zu grosse Verschiedenheit der oberen und unteren Stärke habe — wird zur Beurtheilung der inneren Beschaffenheit durch Prüfung jener Merkmahle geschritten, welche am stehenden Baume mit ziemlicher Sicherheit seinen Gesundheitszustand und manche seiner etwaigen inneren Fehler erkennen lassen. Zur Beurtheilung, ob ein Baum im Allgemeinen gesund und seine Vegetation noch durch nichts unterbrochen ist, beachte man Folgendes:

Wenn die Zweige eines Baumes, besonders die am Gipfel desselben ein lebhaftes Ansehen und einen über die unteren hervorragenden Wuchs haben, wenn bei Laubhölzern die Aeste immer einer höher als der andere steht, wenn die Blätter, oder bei Nadelholz die Nadeln, eine frische, lebhaft grüne Farbe und ein kraftvolles, üppiges Ansehen haben und nicht vor Ende Oktober abfallen; wenn die jungen mittelmässig starken Stämme eine der Holzart nach, feine, glatte, lebhaft frische und am ganzen Stamme ziemlich gleichfarbige, runzelfreie, ungefleckte Rinde haben; wenn an den alten starken Bäumen in den Vertiefungen der schon gröberen, aufgerissenen Rinde eine noch saftige junge Rinde zu sehen ist; wenn die Rinde frei von Moosen, Flechten, sowie von Insekten ist, die darin nisten; so kann der Baum als gesund angesehen werden.

Wenn aber im Gegentheil die Zweige eines Baumes, besonders die am Gipfel, einen dürftigen Wuchs haben; wenn die Blätter unausgebildet sind, eine blasse Farbe und selbst im Frühjahr und Sommer ein welkes Ansehen, oder die Nadeln der Nadelhölzer eine gelbliche Farbe haben, die oberen Zweige blätterlos sind, die Krone des Baumes dürre und abgestorben ist; wenn der Laubholzbaum im Frühjahr seine Blätter früher erhält und im Herbste früher verliert als andere, in gleichem Boden aufgewachsene Bäume seiner Art, wenn der Baum eine zusammengedorrte, runzelige, gespaltene und mit vielen Querrissen durchschnittene Rinde hat, welche sich unten gegen die Wurzel zu leicht abbrechen lässt und unter der Rinde wohl gar ein milbig zerfressenes Ansehen hat, wenn sich an der Rinde krebsartige Geschwüre, Aststellen, Auswüchse oder Knoten, am Stamme und an den Aesten häufiges Moos und Flechten vorfinden; wenn aussen an der Rinde, oder zwischen Holz und Rinde Schwämme hervorwachsen, wenn Saft durch die Risse der Rinde herausdringt, so sind das Merkmahle, die mehr oder weniger eine Verdorbenheit der Säfte und ein schlechtes Holz andeuten.

Wenn man ferner an einem, dem äusseren Ansehen nach oft noch gesund scheinenden Stamme, und besonders bei Nadelhölzern, in der unteren Rinde kleine runde Löcher — als ob mit Schrot darauf geschossen worden wäre — und auf der Erde beim Stamm einen mehlartigen Staub, Wurmmehl, wahrnimmt, wenn man noch überdies bemerkt, dass die Spechte, vorzüglich die Grünspechte, sich häufig einfinden und an der Rinde klopfen und arbeiten, so ist dieses ein sicheres Zeichen, dass der Stamm von Insekten und beim Nadelholz vom Borkenkäfer angebohrt oder angefallen und die Wurmtrockniss im Anzuge ist; wenn aber schon die Blätter welk, oder die Nadeln gelb werden, häufig abfallen und die Rinde sich stückweise ablöset: so ist es ein Beweis, dass die Wurmtrockniss schon einen hohen Grad erreicht hat und der Baum nicht mehr zum Werkholz taugt; wenn endlich beim Aufgraben der Wurzel sich findet, dass die am äussersten Ende derselben befindlichen zarten Fasern — die eigentlichen Sauggefässe — nicht nur spröde und brüchig, sondern gar schimmelig und verfault sind, so ist dieses ebenfalls ein Kennzeichen von der schlechten Beschaffenheit des Stammes. Abgeköpfte Bäume haben mitunter einen hohlen Stamm.

Ausser den bisher angegebenen Kennzeichen gibt es noch mancherlei Untersuchungen, die ebenfalls an dem noch auf dem Stamme stehenden Baume angestellt werden können. Die eine besteht darin, dass man den Stamm an der Südseite von der Rinde entblösst und nun an die Stelle mit einem Hammer anschlägt; wobei ein heller Klang entsteht, wenn der Baum gesund ist; klingt es hohl und dumpf, so ist der Baumstamm gewöhnlich verdorben und faul.

Doch ist diese Probe nicht als unbedingt massgebend zu betrachten; am wenigsten aber bei starken Stämmen, die oftmals, besonders wenn sie im vollen Safte stehen, beim Anschlagen nicht hohl klingen, und dennoch im Innern Fehler haben. Am sichersten untersucht man, ob ein Baum — der durch seine Stärke, verbunden mit trockenen Aesten am Wipfel vermuthen lässt, dass er kernfaul zu werden anfange — wirklich an dieser Krankheit leide, wenn man denselben dicht über der Wurzel bis auf den Kern mittelst eines dünnen Bohrers anbohrt. Je nachdem der Bohrer mit ab- oder zunehmender Leichtigkeit eindringt, je nachdem die Bohrspäne ein frisches oder verdorbenes Ansehen, einen frischen oder faulen Geruch haben, je nachdem wird auch der Stamm

im Innern gesund oder verdorben sein. Doch muss das Anbohren nahe über der Wurzel geschehen, weil Bäume, welche ohne äussere Verletzung, blos Alters wegen absterben, zuerst am unteren Stammende kernfaul werden. Bei Nadelhölzern und allen weichen Laubhölzern wird zuvor der ganze Kern auf 10 bis 20 Fuss hoch mürbe, ehe die Fäulniss eintritt.

Ist der Baum den äusseren Kennzeichen nach zum Artillerie-Werkholz geeignet, so wird nachgesehen, in welche Klasse der Klötze dessen Stamm seinen Abmessungen nach gehört und ob diese für die zur Erzeugung in Anschaffung gebrachten Werkhölzer gebraucht wird, worauf derselbe, wenn dieses der Fall, in Vormerkung kommt.

Der Artillerie-Officier muss sich zu diesem Behufe schon früher eine Tabelle aus der erhaltenen Anschaffung der zu liefernden Werkhölzer anlegen, in welcher die hiezu erforderliche Anzahl, Dicke und Länge der Klötze, sowie die Anzahl der aus selben zu schneidenden, respektive zu behauenden Pfosten und Blöcke ersichtlich sein muss. Je nach der Höhe, Stärke und Beschaffenheit eines Stammes wird derselbe auch mehr als einen Klotz geben, nur werden selbstverständlich die oberen Klötze kleiner im Durchmesser sein und somit in eine andere Klasse als die unteren gehören. Es wäre daher sehr unökonomisch, für jeden der nöthigen Klötze einen eigenen Baum fällen zu wollen.

Um sich von der entsprechenden Höhe des Stammes zu überzeugen, genügt ein einfaches Abschätzen, wobei zur besseren Beurtheilung ein Klafterstab am Stamme aufwärts angelehnt werden kann; sollte man sich jedoch genauer überzeugen wollen, so kann dieses mittelst hölzerner Stäbe geschehen, deren man so viele an einander schraubt, oder auf andere Art befestigt, bis sie die erforderliche Höhe geben.

Die Dicke des Stammes wird in erreichbarer Höhe entweder mittelst einer Kluppe gemessen, wobei man den Durchmesser erhält, oder man bedient sich einer Schnur, eines Kettchens oder auch eines in Oel oder Wachs getränkten und in Zolle getheilten Massbandes, um den Umfang zu messen. (In den letzteren Fällen muss der Umfang bekanntlich durch 3 dividirt werden, um den Durchmesser zu bekommen.) Hat man die Dicke des Stammes in erreichbarer Höhe gefunden, so ist es für ein etwas geübtes Auge leicht, aus der mehr oder minderen Kegelform die Dicke in der nöthigen Höhe zu beurtheilen. Sicherer bekommt man natürlich die obere Dicke durch das Hinaufsteigen und wirkliche Abmessen.

Man kann auch zwei Umkreise messen, und zwar etwas ober dem unteren Stammende und um 8 Schuh höher, jeder dieser Umkreise wird sodann mit dem Abstande des anderen von dem oberen in der nöthigen Höhe erst zu bestimmenden Umkreise multiplicirt, und die Differenz dieser Produkte durch die Entfernung zwischen den beiden gemessenen Umkreisen getheilt, der Quotient gibt den oberen gesuchten Umfang.

Die als tauglich erkannten Bäume werden, wie schon früher erwähnt, vom unteren Stammende bis 4 Schuh aufwärts entrindet, und in dieser Höhe das Artillerie-Mark eingeschlagen, während das Forstamt das seinige unweit von der Erde in den zu verbleibenden Stock einschlägt.

Fällung der Bäume.

§. 332. Bevor man zur Fällung eines Baumes schreitet, muss beurtheilt werden, nach welcher Seite derselbe gefällt werden muss, um weder die benachbarten Stämme zu beschädigen, noch selbst Schaden zu leiden. Jeder Stamm ist daher so zu fällen, dass er im Niederfallen nicht hängen bleibe, dass er nicht gegen stehendes Holz, über Erhöhungen oder Vertiefungen, auf Steine, Stöcke oder Holzhaufen und eben so wenig von Felsen oder Bergabhängen hinunterfalle; auch hat man hiebei gleich die bequemere Bearbeitung und leichtere Abfuhr wohl zu berücksichtigen. Ebenso dürfen die Bäume nicht über Wege und Strassen fallen, um die Passage nicht zu hindern..

Man muss daher vor dem Fällen noch untersuchen, ob ein Baum viele starke Aeste, und auf welcher Seite er die meisten hat, ob auf derjenigen, wohin man ihn fallen lassen will, oder auf einer anderen Seite; in welch' letzterem Falle es zweckmässig ist, diejenigen stärkeren Aeste, deren Schwere den Baum nach einer nicht beabsichtigten Richtung ziehen würde, nahe am Stamm abnehmen zu lassen.

Den stärkeren Stämmen sind Unterlagen zu geben, damit sie trockener liegen, leichter bearbeitet, gemessen und aufgeladen werden können.

Das Fällen selbst geschieht entweder durch Abhauen mit der Axt, durch Absägen oder durch Ausroden.

Wenn der Baum mit der Axt gefällt werden soll, so wird zuerst auf derjenigen Seite, wohin er fallen soll, zwischen dem Artillerie- und dem forstämtlichen Mark und so nahe als möglich an der Erde der Stamm bis hinter den Kern — wenn sich der Baum nicht früher zu neigen beginnt — nach der ganzen Dicke eingehauen, so dass die Hieblinie senkrecht auf die Fallrichtung steht; sodann wird auf der entgegengesetzten Seite so lange eingehauen, bis der Baum umfällt.

Da der Baum von der einen Seite bis über die Hälfte eingehauen war, so fällt er auch nach dieser Seite. Wäre zu fürchten, dass ein Baum nicht genau in der beabsichtigten Richtung fallen könne, so kann man den Fall desselben mittelst starker Gabeln und Seile leiten. Hängt der Baum seitwärts, so wendet man den Vorhieb von der beschlossenen Fallrichtung um so viel ab, als die Fallneigung von ihr abweicht, und lässt auf der leichter brechenden Seite den nicht durchhauenen Theil des Stammes stärker, damit sich der fallende Stamm noch in die verlangte Richtung drehe. Hängt der Stamm rückwärts, so wird auf der Vorderseite um so niedriger und tiefer eingehauen und auf der Hinterseite ein Hebeldruck angebracht.

Die Fällung mit der Axt ist nicht nur mühsam und unökonomisch, sondern es ist auch dabei der Fall der Bäume viel weniger sicher zu leiten; wer einmal sich darin geübt hat, mit der Säge zu fällen, wird diese Art leichter finden.

Bei der Fällung mit der Säge schneidet man zuerst ebenfalls auf derjenigen Seite, nach welcher der Baum fallen soll, bis über die Mitte des Stammes mit der Säge ein; dann auf der entgegensetzten Seite etwa 2 Zoll höher, und zwar gegen den ersten Schnitt abwärts geneigt, treibt hinter der Säge Keile in die Schnittöffnung, damit die Säge sich nicht klemme und leichter eindringe, welche Arbeit so lange fortgesetzt wird, bis der Baum umfällt. Dieses erfolgt nach jener Seite, wo der Schnitt am tiefsten ist, wenn keine entgegenwirkenden Umstände eintreten. Bei seit- oder rückwärts hängenden Bäumen muss man ähnlich, wie bei der Axtfällung vorgehen; bei einem vorwärts hängenden Baume aber sehr behutsam keilen, sonst spaltet der Stamm aufwärts von einander, bricht hoch oben ab und überstürzt sich zu grosser Gefahr der Holzhauer.

Um bei starken Stämmen den Sägeschnitt zu verkürzen und zu erleichtern, kann man früher auch rechts und links den Stamm etwas abstemmen, zuhauen, in soweit es die benöthigende Stärke des Stammes erlaubt.

Man fällt auch die Bäume durch gemeinschaftliche Anwendung der Axt und der Säge, in welchem Falle der Baum zuerst nach der Seite, nach welcher er fallen soll, mit der Axt eingehauen und sodann auf der entgegengesetzten Seite mit der Säge eingeschnitten wird, bis er umstürzt.

Das Ausroden, Ausgraben der Bäume sammt dem Wurzelstocke geschieht zur leichteren Gewinnung des Stockholzes, zur Erzielung einer grösseren Schaftlänge oder eines festeren Stammendes und wird daher mehr der Forstwirthschaft wegen mitunter angewendet. Diese Fällungsart ist mühsamer, bei alten Eichen und anderen starken Bäumen — deren Wurzelstock oft sehr verwachsen und knotig ist — so wie auf sehr steinigem Boden nicht anzuwenden.

Bei der Baumfällung sind folgende Vorsichtsmassregeln zu beobachten:

1. Wo der Holzhauer, besonders in gezwungener Stellung, die Axt gebraucht, muss er sich den zum Ausholen nöthigen Raum von allen Reisern und anderen Hindernissen befreien, damit er nicht hängen bleibe und einen Fehlhieb mache.

2. Im Bereiche des eben zu fällenden Baumes darf Keinem der Aufenthalt gestattet werden, der nicht bei der Fällung selbst beschäftiget ist.

3. Sobald der Baum sich zum Falle neigt, muss man dessen Fallrichtung sorgsam beachten, auf die Hinterseite treten; wobei es am sichersten ist, rückwärts vom fallenden Baume in schräger Richtung, etwa unter einem halben rechten Winkel von der verlängerten Falllinie und weit genug abzutreten.

4. Muss auch das Abhauen der starken Aeste am stehenden Baume mit aller Behutsamkeit geschehen.

5. Das hier und da übliche Verfahren, die zu fällenden Bäume in grösserer Zahl erst mit der Säge vorzuschneiden und sie dann später nach einander zu fällen, ist als gefährlich nicht zu dulden, da die von einem fallenden starken Stamme bewirkte Erschütterung leicht das Umbrechen eines vorgeschnittenen Stammes in der Nachbarschaft veranlassen und ein Unglück oder eine unbeabsichtigte Fallrichtung zur Folge haben kann.

Um sowohl die Befolgung dieser Vorsichtsmassregeln, als auch die vorgeschriebene Berücksichtigung der entsprechenden Fallrichtung gehörig überwachen zu können, ist es gut, nicht mehr Holzhauer zu beschäftigen, als man wirklich leicht überwachen kann.

Untersuchung und Zurichtung des gefällten Holzes.

§. 333. Sobald der Baum gefällt ist, werden alle Aeste und der Wipfel abgehauen, darauf wird der Stamm auf Unterlagen gebracht, entrindet, — Birkenstämme werden jedoch nicht ganz, sondern nur theilweise mit einem Schneidmesser abgerindet, abgeringelt — auf die Länge, in welcher er als Artillerie-Werkholz benützt werden soll, abgeschnitten und sodann einer genauen Untersuchung unterzogen, da man nun die am stehenden Baume schwer entdeckbare innere Beschaffenheit des Holzes leichter und richtiger zu beurtheilen im Stande ist.

Man lässt zu diesem Behufe den Stamm nach allen Seiten umwenden und sieht nach, wie die Oberfläche beschaffen ist. Vorkommenden Rissen, Geschwüren, Auswüchsen, Knoten und Aesten muss man nachspüren und untersuchen, ob sie tiefer in den Stamm dringen, und wie das unter oder neben denselben befindliche Holz beschaffen ist; man erfährt dieses dadurch, dass man an den verdächtigen Stellen einige Späne mit der Axt abnimmt, oder sich nach Umständen auch des Stemmeisens und Bohrers bedient. Sodann untersucht man die beiden Hirnflächen des Stammes, ob sich hier nicht Spuren der in einem der vorhergehenden Kapitel beschriebenen Krankheiten und Fehler des Holzes, als: Kernrisse, Kernschäle, doppelter Splint und so weiter, zeigen und sieht nach, wie die innere Beschaffenheit des Holzes sei. Man prüft an den Hirnseiten auch die Farbe des Holzes, denn bei vollkommen gut beschaffenen Stämmen soll das zwischen Splint und Kern befindliche Holz so ziemlich von einerlei Farbe und nur gegen den Kern zu etwas dunkler sein; sieht man daher eine Verschiedenheit und Abwechslung der Farbe, z. B. weissliche oder rothe Adern, so deutet dieses gewöhnlich eine fehlerhafte Beschaffenheit des Holzes an.

Bei ungleicher Breite der Jahrringe ist das Holz genauer zu untersuchen, da ein solches mitunter verschiedene Fehler hat; obwohl die Verschiedenheit der Breite in den Jahrringen an und für sich auf die Brauchbarkeit des Holzes nur dann Einfluss hat, wenn diese Verschiedenheit zu bedeutend ist.

Da auch Fälle vorkommen, dass man bei der genauesten Untersuchung sowohl der Oberfläche als der Hirnseite eines gefällten Stammes nichts fehlerhaftes entdeckt und in der Mitte desselben dennoch schadhafte, auch wohl anbrüchige Stellen vorhanden sind; so muss man mit einem Hammer oder einer Axt gegen die eine Hirnfläche des Stammes schlagen lassen, während man das Ohr an die entgegengesetzte Hirnfläche legt. Ist der Stamm in seiner Länge durchaus gesund, so ertönen die Schläge dem, am anderen Ende Hörenden hell und deutlich, wenn auch der Stamm noch so lang ist; befinden sich aber in der Mitte schadhafte, anbrüchige Stellen, so sind die Schläge am anderen Ende entweder gar nicht hörbar, oder sie klingen dumpf. Bei dieser Untersuchung soll aber der Stamm nicht mit der ganzen Länge aufliegen, sondern wo möglich nur auf zwei Punkten.

Auch das Alter der Bäume ist zu beurtheilen nöthig; wobei das sicherste Mittel in dem Abzählen der Jahrringe von der Markröhre bis zur Rinde am dickeren Stammende mittelst einer Nadel besteht; so viel Jahrringe man findet, so viele Jahre ist der Baum alt. Die Jahrringe, welche oft sehr schmal sind, werden vorzüglich sichtbar, wenn der Hirnschnitt glatt und nass gemacht wird. Durch das Abzählen der Jahrringe am unteren Stammende wird man jedoch um so viele Jahre weniger bekommen, als der Baum Jahre gebraucht hat, um so hoch zu werden als der stehen gebliebene Stock des Baumes. Bei den Laubhölzern muss man vorsichtig zählen, damit man nicht den Frühlingstrieb — der mitunter einen bemerkbaren matten Ring bildet — als Jahrring zähle.

Das Entrinden der Stämme geschieht nicht blos der Untersuchung wegen, sondern auch um die Austrocknung zu erleichtern und auch darum, weil dann der Stamm, besonders bei einigen Laubhölzern, weniger dem Ersticken, so wie dem Angriff der Insekten ausgesetzt ist, welche dem absterbenden Holze vorzüglich nachgehen, und der durch das Entrinden entblösste Splint so sehr erhärtet, dass nicht leicht ein Insekt in denselben einbohrt. Beim Abringeln der Birkenstämme muss immer an jedem Ende, eine Länge von einem Fuss unberingelt bleiben, weil dieses gegen das Aufreissen schützt. Nach der Verschiedenheit des Holzes und der technischen Anwendung müssen noch manche Umstände berücksichtigt werden. So lässt sich das Eichenholz am besten bearbeiten, wenn es, im Winter gefällt, sogleich in die beabsichtigten Theile zerlegt wird. Buchenholz muss möglichst bald gespalten oder doch von der Rinde befreit werden, weil es sonst leicht stockt. Für Nadelhölzer ist es dagegen oft gut, sie einige Zeit mit der Rinde liegen zu lassen, damit nicht durch die Entblössung des Splints der Harzgehalt heraus quillt, der für die Dauer dieser Holzarten von Nutzen ist.

Wenn es die Witterung zulässt, wird sogleich die Zurichtung begonnen. Als Behelfe hiezu dienen gewöhnlich eigene Zeichnungen und Tafeln, welche in den Instruktionen enthalten sind, die dem Artillerie-Officier zur Uebernahme der Werkhölzer übergeben werden.

In der österr. Artillerie bezeichnet in den Tabellen, welche der Instruktion zur Uebernahme des Artillerie-Werkholzes beiligen, die scharf gezogene Kreislinie den Umfang der Stirnfläche am dünnen Ende des Klotzes, die punktirte Kreislinie die Begrenzung der Rinde und des Splintes und die innerhalb dieser punktirten Kreislinie durch gerade Linien eingeschlossenen Flächen stellen die Stirnflächen der aus dem Klotze zu erzeugenden Werkhölzer nach ihrer Breite und Dicke im rohen Zustande dar.

Da aber sowohl der Kern als auch die Rinde und der Splint bei Bäumen von der nämlichen Gattung und Stärke oft sehr verschieden sind, so können die Zeichnungen, so wie die angegebenen Durchmesser der Klötze nur als beiläufige Richtschnur bei Entfernung und Auswahl der nöthigen Stämme, nicht aber als vollkommen massgebend betrachtet werden.

Das zur Verarbeitung, respektive als Werkholz bestimmte Holz wird entweder in ganzen Stämmen gelassen, die theils rund und theils kantig behauen werden (Ganzholz, Rundholz), oder es wird der Länge nach in Theile von verschiedener Breite und Dicke gesägt (Schnittholz), oder es wird gespalten (Spaltholz). Das Spaltholz, wozu nur leicht und geradspaltige Holzarten, als: Eiche, Rothbuche, Esche, Nussbaum, Fichte und Tanne genommen werden, behält mit der natürlichen Textur seiner Längenfasern die Elasticität des Holzes ungemindert, während sie bei dem Schnittholze, da die Säge mit demselben nicht immer parallel fortgehen kann, häufig durchschnitten werden, daher ersteres auch für solche Gegenstände verarbeitet wird, wo viel Elasticität und Stärke gefordert wird, wie es z. B. bei den Felgen der Fall ist.

Zu den Rundhölzern gehören die Naben. Die hiefür bestimmten Klötze werden in so viele Theile — nämlich auf Nabenlänge — geschnitten, als die obenerwähnten Instruktionstafeln vorschreiben, und dann so behauen, dass Splint und Rinde ganz wegfallen.

Schnitthölzer sind: Bretter, Pfosten, alle Gattungen Riegel, Wandtheile, Laffetenwände u. s. w. Sie werden zuerst im Viereck behauen, wobei der Splint vollkommen zu beseitigen ist.

Diese so im Rohen zugerichteten Hölzer werden sodann entweder auf Sägemühlen oder durch Menschenhände nach den in den Zeichnungen ersichtlichen Abmessungen der betreffenden Bestandtheile geschnitten. Dabei ist darauf zu sehen, dass der Kern überall wegfalle, wo es nicht ausdrücklich erwähnt ist, dass ein Bestandtheil mit Kern geliefert werden soll, und dass nicht eher ein Klotz in kleinere Bestandtheile zerschnitten werde, in so lange nicht die grösseren alle gewonnen sind.

Bei dieser Gelegenheit wird das schon im Kapitel über das Schwinden und Reissen in Betreff der excentrisch gebauten Stämme Gesagte in Erinnerung gebracht: dass aus denselben die Bretter und Pfosten parallel zur längeren Achse geschnitten werden sollen. Nebst dem ist auch zu berücksichtigen, dass die Kanten möglichst mit den Längenfasern parallel laufen sollen.

Wenn die Sägmühle sich nahe am Holzschlage befindet und die Klötze auf leichte Art dahin gebracht werden können, so ist es eben nicht nöthig dieselben zu behauen. Soll die Zurichtung der Werkhölzer durch Menschenhände geschehen, so werden die im Vierecke behauten Stämme oder Klötze nebst jenen, die zu Spalthölzern — welche nicht behauen werden — bestimmt sind, wenn es thunlich ist, aus dem Holzschlage bis auf einen leicht zufahrbaren schicklichen Platz gestreift, wo sodann das Zerkleinern durch Sägen oder Spalten vorgenommen wird.

Durch Spalten werden jene Fuhrwerksbäume, die nicht von Eichenholz erzeugt werden, dann Achsen, sogenannte Spalten, Felgen, Ecksäulen, Schwingen und Speichen, für den Fall als derlei Bestandtheile zur Besorgung im Holzschlag angeschafft werden sollten, zugerichtet. Bei den Spalthölzern wird ebenfalls der Kern beseitiget.

In den Instruktionstafeln, sowie auch in den Zeichnungen werden nur die grösseren Artillerie-Werkhölzer behandelt, weil die kleineren in der Regel nur durch direkte Einlieferungen beigeschafft werden sollen. Bei einem Holzschlage in ärarischen Waldungen können auch kleinere Hölzer angetragen werden; wofür sich aber bei den, für die grösseren Bestandtheile gefällten Stämmen genügende Abfälle ergeben müssen, so dass man nicht nöthig haben wird, zur Gewinnung der kleinen Bestandtheile eigene Bäume zu fällen.

Uebernahme respektive Untersuchung der eingelieferten Werkhölzer.

§. 334. Die Uebernahme der eingelieferten Hölzer hat stets durch eine hiezu bestimmte Kommission mit Zuziehung der nöthigen Professionisten zu geschehen, und ist dabei eine strenge Untersuchung vorzunehmen.

Die grösseren Stücke sind zu diesem Behufe auf Böcke zu legen, damit man sie bequem handhaben und auf allen Seiten genaue Untersuchungen anstellen kann.

Jene Hölzer, welche nicht rein sein sollten, sind vor der Untersuchung gehörig vom Schmutze zu reinigen. Ferner muss die etwa hie und da noch stehen gebliebene Rinde und der Splint mittelst eines Schneidemessers oder einer Axt rein weggenommen werden; auch ist nachzusehen, ob nicht jene Hölzer, die ohne Kern geliefert werden sollen, den Kern haben. Dann erst sind die Abmessungen zu prüfen, wobei sich strenge nach den, in dem der Instruktion über die Uebernahme der Artillerie-Werkhölzer angeschlossenen Holztarife, vorgeschriebenen Abmessungen zu halten ist. Hölzer mit kleineren Dimensionen sind daher auszustossen; im Falle aber als das Holz gut und für eine kleinere Gattung geeignet ist, kann dasselbe mit Zustimmung des Lieferanten für die kleinere Gattung klassificirt und angenommen werden, wenn der Lieferant von derselben Gattung noch zu liefern hat.

Sind die Abmessungen richtig, dann wird zur Beurtheilung und Untersuchung der Qualität des Holzes übergegangen. Es wird zuerst nachgesehen, ob es keine sichtbaren Fehler und Krankheiten, oder verdächtige Merkmahle habe. Welche Fehler und Krankheiten bei den einzelnen Holzarten vorkommen, ist schon in dem bezüglichen Kapitel besprochen worden. Bei vorkommenden Rissen, Klüften und Aesten muss man nachspüren, wie tief sie in das Holz dringen, und untersuchen, wie das umgebende Holz beschaffen ist; wobei man sich nach Umständen der Axt oder eines Stemmeisens bedient. Aus der Beschaffenheit der Späne oder Splitter in Bezug ihrer Festigkeit und Biegsamkeit, aus ihrer Farbe, ihrem Geruche, aus dem schweren oder leichten Eindringen der Werkzeuge wird man auf die Beschaffenheit des Holzes schliessen können. Um sich überhaupt von der Güte des Holzes zu überzeugen, untersucht man mit einem Stemmeisen, ob die Jahrringe oder die Längenfasern des Holzes noch dicht und fest an einander hängen und ob das Holz nicht mürbe, weich, morsch und bröcklicht geworden ist.

Ferner ist nachzusehen, ob das Holz keine Wurmlöcher habe, wozu es gut ist auf allen Flächen mit dem Hobel einige Querzüge zu machen, welche Gelegenheit man zugleich benützt, um die Qualität des Holzes, so wie die Farbe desselben zu beurtheilen. Trockenes Holz zeigt, wenn es gut und nicht sehr alt ist, beim Hobeln eine sehr glatte Fläche, ein Querschnitt am Hirnende ebenfalls; ist es alt, so ist die Hobel- und Sägfläche trocken und es fällt mehr oder weniger trockener Staub beim Sägen ab. Beim guten Holze biegen sich die Hobelspäne, beim schlechten brechen sie kurz ab. Gutes Birkenholz muss beim Behauen eine blanke Fläche zeigen. Die Farbe ist am massgebendsten an beiden Hirnseiten zu prüfen; das zwischen Splint und Kern befindliche Holz soll so ziemlich einerlei Farbe haben, und nur gegen den Kern etwas dunkler sein. Verschiedenheit und Abwechslung der Farbe, z. B. Flecken, weissliche und

rothe Adern, deuten einen krankhaften Zustand des Holzes an. Beim Nussbaumholze ist eine weisse Farbe in der Regel ein Zeichen der Krankheit, obwohl mitunter auch ein gesundes Holz diese Farbe hat. Besonders bei dem Eichenholz ist die Gleichartigkeit der Farbe das Kennzeichen guter Qualität, und zwar soll nicht blos die ganze Fläche, mit Ausnahme des Splintes, dieselbe Färbung haben, sondern auch jeder einzelne Jahrring. Hiebei ist noch zu berücksichtigen, dass die Farbe beim Austrocknen stark wechselt. Braunes Eichenholz gegen Regen geschützt wird heller; helles, wenn es Wind und Wetter ausgesetzt ist, dunkler, der Splint oft fast schwarz; geflösstes wird dunkler und unscheinbarer in der Farbe, auch gleichfärbiger und sein Splint oft braun. Eine dunklere Farbe des Eichenholzes ist jederzeit verdächtig und erfordert eine genauere Untersuchung, weil, wie schon bei den Krankheiten des Holzes erwähnt wurde, sich meistens zuerst der Saftinhalt der Poren zersetzt und derselbe bei der Eiche sodann schwarz wird, so dass das ganze Holz oberflächlich betrachtet leicht nur für dunkler färbig angesehen werden könnte.

So lange das Eichenholz noch nicht bis nahe zum Gleichgewichtspunkte trocken ist, gibt es einen tintenfärbigen Sägeschnitt; weil der Saft desselben Gallussäure enthält, die das Eisen stark angreift.

Bei dem Föhrenholz ist die Farbe der einzelnen Jahrringe zu berücksichtigen: wenn die Ringe röthlich und die Zwischenräume blass röthlich sind, so ist das Holz gut, sehen die ersten graulich und die Zwischenräume wie mit Kreide punktirt aus, so ist dieses ein Kennzeichen, dass das Holz faul und im Abstehen begriffen ist.

Auch der Geruch ist, besonders aber beim Eichenholze, sehr bezeichnend. So lange es nämlich nicht ausgetrocknet ist, hat es einen eigenthümlichen, meist säuerlichen Geruch nach Gärberlohe; der säuerliche Geruch ist um so stärker, je kräftiger, gesünder und saftvoller der Baum war.

Hölzer mit süsslichem Geruche sollen während des Trocknens viel leichter reissen; fehlt der Geruch gänzlich, so ist es ein Zeichen, dass der Baum schon im Absterben begriffen war. Hölzer mit dumpfigem Geruch sind entweder erstickt, von der Fäulniss angegriffen, oder entstammen einem mageren Boden.

Holz mit sehr ungleicher Breite der Jahrringe muss genauer untersucht werden, weil die Holzringe dann oft weniger innig verbunden sind und solches Holz auch noch mitunter andere Fehler hat. Oft sieht man aber keine Merkmahle einer schlechten Beschaffenheit des Holzes, während es im Innern dennoch schadhafte Stellen hat, oder faul ist, was besonders beim Buchenholz häufig vorkommt; es ist daher gut, jedes Stück mit einem Hammer oder einer Axt auf allen Seiten abzuklopfen, um zu hören, ob es überall einen gleichen hellen Ton gibt. Wäre das nicht der Fall, dann muss die betreffende Stelle um so sorgfältiger untersucht werden.

Endlich ist noch darauf zu sehen, ob das Holz auch so geschnitten sei, dass die Längenfasern möglichst parallel mit den Kanten laufen; da das Holz sonst an Elasticität und Festigkeit verliert, die Bearbeitung erschwert und leicht windschief wird.

Ferner dürfen die verschiedenen Fuhrwerksbäume, welche nicht von Eichenholz sind, Achsen, Ecksäulen, Felgen, Schwingen, Speichen und

rothbuchene Spalten nicht geschnitten, sondern müssen gespalten geliefert werden.

Jedes Holzstück, welches entweder auffallende Gebrechen oder auch nur verdächtige Merkmahle hat, ist auszustossen.

Die als vollkommen gut und anwendbar befundenen Hölzer sind abzuzählen, zu stempeln und sogleich gehörig zu depositiren.

Depositirung und Konservirung der eingelieferten Werkhölzer.

§. 335. Das frisch eingelieferte Werkholz enthält, wie wir früher gesehen haben, sehr viel Feuchtigkeit und würde, sogleich verarbeitet, als Artillerie-Material beim Gebrauche in Sonne, Wind und Regen — wenn auch mit schützenden Anstrichen versehen — durch Werfen, Schwinden, Reissen, Schwellen, Stocken und Fäulniss sehr leiden; daher es eine gebieterische Nothwendigkeit ist, dasselbe vor der Verarbeitung genügend austrocknen zu lassen. Wenn dieses nicht auf künstlichem, kostspieligem Wege vorgenommen wird, so muss man ihm Zeit gönnen, den grössten Theil seiner Feuchtigkeit durch freiwilliges Verdünsten an die Luft abzugeben, man muss es daher dem entsprechend depositiren. Man muss dabei aber eben so gut Sorge tragen, dass dieses Austrocknen nicht zu schnell erfolge, damit das langsame in allen Theilen möglichst gleichförmige Zusammentrocknen der Faser das Aufreissen verhindere, als man darauf zu sehen hat, dass die Austrocknung nicht verzögert, sondern möglichst beschleunigt werde, damit es nicht vor der Verarbeitung verderbe und auch möglichst schnell hiezu disponibel sei.

Aus diesen Ursachen lässt man die meisten Werkhölzer in möglichst verkleinertem Zustande liefern. Die birkenen Wagnerstangen, die im Ganzen und nur abgeringelt geliefert werden, und bei denen die Austrocknung daher langsamer erfolgt, dürfen nicht unter Dach depositirt, sondern müssen im Freien, wo sie nicht so leicht ersticken, in Piramiden aufgestellt werden. Zu diesem Zwecke wird für jede Piramide der Boden kreisrund erhöht, mit Kies festgestampft, noch besser mit Ziegeln oder Steinen gepflastert und darauf die Birkenstangen — circa 50 Stück in einer Piramide — so aufgestellt, dass sich die Erdstämme gar nicht und die dünneren oberen Enden so wenig als möglich berühren, welches durch eingelegte Latten bewirkt werden kann.

Auf dieselbe Art sollen auch die weichen runden Stangen über einen Sommer in Piramiden aufgestellt und erst im Herbste bei trockener Witterung unter Dach gebracht werden.

Flossbäume, oder andere ganze entrindete Stämme, so wie Bau- und Unterlagshölzer werden, vor Sonnenschein, Regen und Zugwind geschützt, in Schoppen, allenfalls unter entsprechend angelegten Flugdächern, möglichst frei, dass die Luft durchstreifen kann, jedoch nicht auf dem Erdboden — sondern auf Unterlagen — untergebracht.

Die übrigen Werkhölzer werden in eigenen hiezu erbauten Depositorien aufbewahrt. Diese Depositorien müssen eine möglichst freie Lage haben, die den Zutritt der Luft erlaubt, ohne jedoch den Zugwinden zu sehr ausgesetzt zu sein; sie dürfen auf keinem tiefen feuchten Grunde gebaut, müssen an und für sich trocken, gegen das Eindringen des Wassers von aussen und das Niederschlagen der Feuchtigkeit im Innern, so wie gegen Staub — am besten durch Holz — geschützt sein.

Wenn sie keine Hohlböden haben, müssen sie, wegen der Ausdünstung des Erdreiches, gepflastert, oder doch mit Sand und kleinem Schotter stark beschüttet sein. Die Holzdepositorien müssen ferner mit einer genügenden Anzahl und entsprechend angebrachten Fenstern oder anderen schliessbaren Oeffnungen versehen sein. Besonders ist es auch nöthig, dass nahe am Boden — wenn es kein Hohlboden ist — Luftlöcher angebracht werden, damit auch da eine frische Luft eindringen und die hier gewöhnlich, durch die Erddünste, dumpfere Luft vertreiben und ersetzen könne. Es müssen aber auch an hellen Tagen stets die Fenster oder derlei Oeffnungen der Seitenwände wirklich geöffnet werden, da Dunkelheit und abgesperrte Luft das Verstöcken sehr begünstigen; doch darf auch die Sonne nicht direkt auf das aufbewahrte Holz scheinen, und heftiger Luftzug muss vermieden werden. Bei starken Winden, besonders im März, ist die Zugluft zu unterbrechen, indem man nur an einer Seite die Fensterläden des Depots öffnet und auf der andern Seite, wo nämlich der Wind seinen Anfall hat, dieselben geschlossen hält, wodurch dem Aufreissen mehr vorgebeugt wird.

Da das Holz um so mehr reisst, je schneller es austrocknet, so dürfen in warmen Ländern, wo das Holz in Folge der höheren Temperatur verhältnissmässig schneller trocknen wird, die Holzdepositorien den Winden nicht sehr ausgesetzt sein; dagegen müssen in kalten feuchten Gegenden dieselben hinlängliche Zugluft haben, damit das Holz nicht stocke.

In warmen Ländern, bei feuchten Depots — die dem Holz besonders nachtheilig sind — ist es auch gut eine Art Rauchfänge anzubringen, um den Dünsten freien Abzug zu verschaffen.

Hat das Holzdepot mehrere Etagen, so werden in der untersten immer die schwersten und in den höheren die leichteren Hölzer depositirt. Das Holzwerk darf nie bei regnerischer Witterung oder im nassen Zustande in das Depot kommen; sondern es ist in solchen Fällen früher im Freien, wo möglich vor Sonne und Regen geschützt, etwas austrocknen zu lassen.

Im Depot dürfen die Hölzer nie unmittelbar auf dem Fussboden liegen, sondern sie müssen, besonders die Laffetenwände und andere grosse Hölzer, stets auf mindestens 6 Zoll hohe Unterlagen dergestalt gelegt werden, dass immer zwischen zwei nebeneinander liegenden Stücken ein Abstand von 2 bis 3 Zoll verbleibt. Nebst dem müssen noch bei den längeren oder breiteren Hölzern zwischen je zwei über einander kommenden Lagen aus Brettern geschnittene Querlatten gelegt werden, damit die Hölzer nie mit einer grösseren, oder gar mit ihrer ganzen Fläche auf einander liegen, sondern alle Seiten derselben möglichst frei sind und von der Luft umstrichen werden können. Kleinere schmale Hölzer dürfen dagegen ohne Zwischenunterlagen in Kreuzstössen, jedoch nicht in zu engen Lagen geschlichtet werden.

Bretter, Pfosten, Laffetenwände, so wie alle längeren Hölzer müssen horizontal gelegt und mindestens an drei Punkten, nämlich in der Mitte und gegen die beiden Enden, durch die Querlatten unterstützt werden, damit sie sich nicht biegen oder werfen. Dabei dürfen die Stösse nicht zu hoch gemacht werden, weil sonst die Last auf die einzelnen Punkte der untersten Lagen zu stark drückt und weil auch die Schlichtung mit jeder höheren Lage beschwerlich wird. Vollkommen ausgetrocknete Laf-

fetenwände kann man auch schief aufwärts gestellt — die erste auf ein Bockgestell gelehnt — an einander reihen, um möglichst viel in demselben Raum depositiren zu können und dabei das Beschwerliche der hohen Horizontalschlichtung zu ersparen. Natürlich müssen dieselben ebenfalls mittelst Querlatten gleichmässig unterstützt und von einander geschieden werden.

In den oberen Etagen dürfen die Hölzer auch aus dem Grunde nicht zu hoch geschlichtet werden, damit die Belastung nicht die Tragfähigkeit des Bodens überschreite.

Ferner ist zu beobachten, dass, besonders bei den grösseren Hölzern, die Hirnseiten nicht gegen die Oeffnungen des Depots gerichtet seien; man sucht auch dieselben vor dem zu grossen unmittelbaren Einfluss des Luftzuges dadurch zu schützen, dass man die Hirnseiten der nebeneinander stehenden Stösse möglichst nahe an einander gibt und die dem Luftzuge preisgegebenen mit einem trockenen gesunden Brettchen oder mit einer Mischung von Schweinschmeer und Lehm — besser noch Firnisssatz und Lehm — oder mit Mehlkleister, Theer, Oel, Kalk oder Lehm belegt. Man darf in diesen Vorsichtsmassregeln jedoch nicht zu weit gehen, nicht eine zu dicke, dichte, unporöse Schichte auftragen und die Hirnseite vor jedem Luftzutritt absperren wollen, auch darf man diese Mittel nicht bei frischen Hölzern anwenden; denn man würde hiedurch nicht nur das Austrocknen sehr verzögern, sondern auch die in jedem Holze befindliche und auf die Zersetzung der Saftbestandtheile und somit auch des Holzes hinwirkende Luftmenge, so wie die Feuchtigkeit einsperren und an dem wünschenswerthen Entweichen hindern, mithin das Verderben des Holzes befördern.

Das gesammte Holzwerk wird gattungsweise und nach den Jahren seiner Einlieferung so rangirt, dass bei vorkommendem Bedarf immer das älteste, somit trockenste Holz zuerst ausgegeben werden könne. Zu diesem Behufe ist eben auch die im vorigen Kapitel erwähnte Stempelung nöthig, welche daher auch so vorgenommen werden muss, dass die Jahreszahl nach der Einschlichtung stets ersichtlich bleibe. Demnach werden die meisten Hölzer, besonders die grösseren auf der langen Seite der Holzstärke, kleinere, je nach Art der Schlichtung auf der Stirnseite gestempelt.

Die Naben sind vor der Depositirung im Mittelpunkte mit einem einzölligen Bohrer durchzubohren, um das Austrocknen derselben zu befördern und, besonders bei den eichenen, das Reissen möglichst zu verhindern.

Im ersten Jahre müssen die neu eingelieferten Werkhölzer, mindestens die der grösseren Gattung, zwei Mal — sodann aber jährlich Ein Mal — ganz umgeschlichtet, vom Staube gereinigt und wieder gehörig kommissionell untersucht werden; worüber eigene Untersuchungsprotokolle anzulegen, der Befund aber dem vorgesetzten Zeugs-Artillerie-Kommando mittelst Untersuchungsrapport anzuzeigen ist, welches das weiters Nöthige zu veranlassen hat. Die kleinen Hölzer sind nur alle 3 Jahre umzuschlichten. Bei diesen Umschlichtungen muss nicht nur jedes Stück mit jener Seite, die vorher unten lag, aufwärts gewendet werden, sondern es müssen auch diejenigen Stücke, die bisher unten lagen, nun obenauf zu liegen kommen. Denn, da die unteren Stücke durch die Last der oberen am Werfen verhindert werden, so würden, wenn immer dieselben unten bleiben, nur diese vor dem Werfen und Krummziehen gesichert.

Bei den Umschlichtungen können jene Hölzer etwas dichter geschlichtet werden, welche schon ziemlich ausgetrocknet sind, um Raum für die neu einzuliefernden zu gewinnen.

Die zum Austrocknen der Hölzer nöthige Zeit lässt sich, wie schon in einem früheren Kapitel erklärt, nicht bestimmt angeben; nur ist es selbstverständlich, dass bei ein und derselben Holzgattung, und unter sonst gleichen Umständen, die erforderliche Austrocknungszeit mit der Dicke und Breite der Holzstücke zunimmt.

Angenommen kann jedoch werden, dass unter günstigen Umständen die aus Tannen, Fichten, Föhren, Lärchen, Birken, Linden, Eschen und Rothbuchen zugerichteten Hölzer je nach ihrer Dicke in 1 bis 3 Jahren genügend ausgetrocknet sein werden.

Längere Zeit bedürfen die nussbaumenen, weissbuchenen und rustenen Hölzer, am langsamsten aber trocknet das Eichenholz aus.

Die nachstehenden Artillerie-Werkhölzer, als:

Achen		3	bis	5
Reih-	Balken	5	„	6
Schleif-	Balken	6	„	7
Sohlen-	Balken	7	„	8
Verbindungs-	Balken	6	„	7
Felgen		2	„	3
Achsfutter		3	„	5
Reih-	Klötze	5	„	6
Roll-	Klötze	6	„	7
Trag-	Klötze	5	„	6
Sohlenbalkenleisten		3	„	4
Naben		4	„	8
Hinter- und Mittel-	Riegel	5	„	7
Protz-	Riegel	8	„	12
Quer- und Reih-	Riegel	7	„	9
Schleif-	Riegel	4	„	6
Schalen		3	„	6
Speichen		1	„	4
Laffetenwandtheile		7	„	12
Schleifenwandtheile		5	„	9
Laffetenwände		6	„	11

dürften je nach ihrer Dicke … Jahre zur Austrocknung erfordern.

In Betreff der Austrocknung ist jedoch zu berücksichtigen: dass bei Hölzern, welche bei ihrer Verwendung mehr der Sonne und der Luft ausgesetzt sind, so wie jenen, welche viel Beschläge erhalten oder mehrfach mit anderen Hölzern verbunden werden — z. B. Laffetenwände und Protzriegel — strenger auf die vollständige Austrocknung gesehen werden muss als bei Hölzern, wo dieses nicht der Fall ist.

Wie schon in dem Kapitel über die Dauer des Holzes erwähnt wurde, wendet man in der Artillerie den Oelanstrich an, um das Holzwerk des häufig der Witterung ausgesetzten Artilleriemateriales so viel wie möglich vor Wiederaufnahme von Feuchtigkeit — wozu es in Folge der hygroskopischen Eigenschaft seiner Bestandtheile und der Kapillarwirkung seiner Gefässe sehr geeignet ist — und somit auch vor der Zerstörung durch Fäulniss zu bewahren. Wenn dieser Zweck aber wirklich erfüllt werden soll, so muss das Holz auch vor dem Anstriche vollkom-

men ausgetrocknet worden sein; denn sonst würde man gerade durch den Anstrich Luft und Feuchtigkeit, welche Verwesung und Fäulniss im Innern des Holzes bewirken, zwingen, da zu bleiben und ihr Zerstörungsgeschäft zu verrichten. Zur Verwesung ist Sauerstoff, daher Luft, die denselben enthält — und zwar ruhende — nöthig; die der Verwesung folgende Fäulniss wird dagegen durch Mangel an Luft begünstigt. Durch die eingesperrte, ruhende Luft würde somit zuerst die Verwesung eingeleitet, und da zur Verwesung der Holzbestandtheile der Sauerstoff der Luft verwendet, somit die Letztere dabei zersetzt wird, so träte bei Absperrung der Aussenluft endlich auch der die Fäulniss begünstigende Luftmangel ein. Vor dem Anstriche müssen auch alle Sprünge und Fugen, welche der Feuchtigkeit den Zutritt in das Innere des Holzes verschaffen würden, wohl verkittet werden.

Die Farbe soll nie zu dick sein und lieber mehrmal aufgetragen werden, weil sie sich sonst leicht theilweise abblättert. Der Anstrich muss auch, so oft derselbe abgenützt ist und das Holz nicht mehr gehörig schützen würde, stets wieder ohne Verzögerung erneuert werden.

Jene Erzeugnisse, die als Muster dienen sollen und somit der Witterung weniger ausgesetzt werden, überzieht man blos mit Firniss.

Ausser diesen Anstrichen gibt es noch mehrere andere für denselben Zweck, eben so wie es auch ausser den schon erwähnten Mitteln, um die Gährungsfähigkeit der Holzbestandtheile zu vermindern oder zu vernichten, noch viele chemische und auch mechanische gibt; sie sind aber meistens umständlicher und kostspieliger.

In neuerer Zeit überzieht man übrigens auch die Laffetirungen der Feld- und Gebirgsgeschütze vielfach blos mit einem schützenden Firniss-Anstrich.

Anmerkung. — In der vorangegangenen Besprechung des Holzes wurden blos die §§. 300 bis 303, d. i. die einleitenden Bemerkungen über das Holz, der organische Bau und die Bildung desselben, der Natur der Sache nach, etwas allgemeiner gehalten; — dagegen wurden in den §§. 303 bis 313 die Eigenschaften des Holzes, die Fehler, Krankheiten und Feinde desselben, die Dauer des Holzes, dessen Zersetzung und die Mittel die erstere zu erhöhen, respt. die letztere zu verzögern, blos in jener Ausdehnung besprochen, welche uns für den Artillerie-Officier als unumgänglich nothwendig erschien.

Was schliesslich die §§. 313 bis 334, d. i. die Artillerie-Werkhölzer insbesondere, weiters §. 334, die Uebernahme respt. Untersuchung der eingelieferten Werkhölzer, und §. 335, die Depositirung und Konservirung der letzteren betrifft, so wurde in diesen §§. selbstverständlich nur jenen Holzarten eine besondere Beachtung zugewendet, welche in der Artillerie eine Verwendung finden.

§. 336. In der nachfolgenden 8. Tafel sind die wesentlichsten Eigenschaften der in der Artillerie zur Anwendung kommenden Laub- und Nadelhölzer angegeben.

8. Ta-

Eigenschaften der neben stehenden-Holzarten.		Nadelhölzer				Laub-		
		Tannen	Fichten	Schwarz-Föhren	Lärchen	Eichen	Rusten	Roth-Buchen
Saft-Gehalt		Saftreich; 40 bis 49 Procent Wasser. Etwas harz- und terpentinhaltig	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser. Harz- u. terpentinhaltig	Saftarm; 20 bis 29 Procent Wasser. Harz- und terpentinhaltig	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser. Harzhaltig	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser	Saftarm; 20 bis 29 Procent Wasser
Austrocknung		Ziemlich schnell	Ziemlich schnell	Ziemlich schnell	Ziemlich schnell	Sehr langsam	Ziemlich langsam	Ziemlich schnell
Schwinden		Im Halbmesser v. 1 bis 3- in der Sehne von 3 bis 5-	Im Halbmesser v. 1 bis 3- in der Sehne von 3 bis 5-	Im Halbmesser 3- in der Sehne von 3 bis 6-	Im Halbmesser v. 1 bis 3- in der Sehne von 2 bis 7- in der Länge von 0·04 bis 0·29-	Im Halbmesser v. 1 bis 3- in der Sehne von 1 bis 7-	Im Halbmesser v. 1 bis 4- in der Sehne von 4 bis 8- in der Länge von 0·01 bis 0·63-	Im Halbmesser v. 2 bis 6- in der Sehne von 7 bis 11-
Gewicht eines Kubikschuhes in Pfunden	grün	46 bis 49	45 bis 50	47 bis 52	42 bis 49	53 bis 60	48 bis 54	50 bis 58
	trock.	35 bis 41	27 bis 34	38 bis 42	35 bis 41	44 bis 52	39 bis 47	39 bis 49
	dürr	26 bis 34	21 bis 26	27 bis 34	28 bis 34	36 bis 44	31 bis 39	33 bis 41
Härte		Weich	Weich	Weich	Ziemlich weich	Hart	Ziemlich hart	Ziemlich hart
Spaltbarkeit		Lässt sich sehr leicht spalten	Lässt sich sehr leicht spalten	Lässt sich etwas schwer spalten	Ist ziemlich leicht- und schön-, jedoch etwas schupp-spaltig	Ist jung leicht- und glattspaltig; altes Holz weniger	Lässt sich sehr schwer, aber ziemlich glatt u. etwas schuppig spalten	Lässt sich ziemlich leicht spalten
Elasticität		Ziemlich elastisch	Elastisch	Ziemlich elastisch	Ziemlich elastisch	Ziemlich elastisch	Sehr elastisch	Elastisch
Zähigkeit und Biegsamkeit		Zähe —	Zähe —	Sehr zähe. Sehr biegsam	Sehr zähe. Biegsam	Ziemlich zähe. Wenig biegsam	Zähe. Wenig biegsam	Ziemlich zähe. —
Absolute Festigkeit (dem Zerreissen widerstehend)		Bei einer Querschnittfläche von einem Quadrat-						
		9160 bis 13490 M. 11325	8270 bis 9660 M. 8965	12960 bis 16400 M. 14680	9640 bis 13011 M. 11325	9400 bis 18700 M. 14050	11532 bis 13400 M. 12466	10400 bis 19760 M. 15080
		Pfunde						
Relative Festigkeit (dem Abbrechen widerstehend)		Bei nachstehender Belastung bricht ein Holzstab						
		323 bis 570	359	481 bis 765	1.076	561 bis 735	783	735 bis 1000
		Pfunde						

fel.

hölzer

Weiss-Buchen	Birken	Eschen	Feld-Ahorn	Linden	Nussbaum	Birnbaum	Anmerkung
Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser	Saftarm; 20 bis 29 Procent Wasser	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser	Saftreich; 40 bis 49 Procent Wasser	Saftreich; 40 bis 49 Procent Wasser	Ziemlich saftreich; 30 bis 39 Procent Wasser	Im grünen Zustande
Langsam	Ziemlich schnell	Ziemlich langsam	Langsam	Ziemlich schnell	Ziemlich langsam	Langsam	—
Im Halbmesser v. 4 bis 7- in der Sehne von 7 bis 11-	Im Halbmesser v. 2 bis 5- in der Sehne von 6 bis 9- in der Länge 0.15-	Im Halbmesser v. 3 bis 4- in der Sehne von 3 bis 11- in der Länge 0.29-	Im Halbmesser v. 2 bis 3- in der Sehne von 6 bis 8-	Im Halbmesser v. 1 bis 7- in der Sehne von 8 bis 10- in der Länge 0.12-	Im Halbmesser v. 3 bis 6- in der Sehne von 4 bis 18-	Im Halbmesser 3- in der Sehne von 5 bis 6-	Procent
53 bis 60	47 bis 53	45 bis 55	46	40 bis 47	—	—	Unter grün wird das frisch gefällte — unter trocken das oberflächlich trockene — und unter dürr das für den Artillerie-Gebrauch genügend ausgetrocknete Holz verstanden.
46 bis 52	39 bis 45	39 bis 48	40	32 bis 39	45	36 bis 41	
40 bis 45	34 bis 38	31 bis 41	36	25 bis 31	37	34	
Sehr hart	Ziemlich weich	Ziemlich hart	Sehr hart	Sehr weich	Ziemlich hart	Ziemlich hart	
Lässt sich sehr schwer spalten	Lässt sich sehr schwer spalten	Lässt sich schwer spalten	Lässt sich sehr schwer spalten	Spaltet leicht, jedoch rinnenförmig	Lässt sich ziemlich leicht spalten	Lässt sich schwer spalten	
Ziemlich elastisch	Sehr elastisch	Elastisch	Elastisch	Sehr elastisch	Sehr elastisch	Elastisch	
Zähe —	Ausserordentlich zähe. Wenig biegsam	Ausserordentlich zähe. Ziemlich biegsam	Zähe. Ziemlich biegsam	Ziemlich zähe. Wenig biegsam	Sehr zähe —	Sehr zähe —	
Zoll erfolgt das Zerreissen eines Holzstabes zwischen:							Um für jede beliebige Schnittfläche hiernach die zum Zerreissen nöthige Kraft berechnen zu können gilt der Satz: Dass sich bei ein und derselben Holzart die Festigkeiten — Kräfte — gleichwie die Schnittflächen verhalten.
15448 bis 17970 M. 16709	11865 bis 12676 M. 12270	13411 bis 17946 M. 15678	14251 bis 16600 M. 15425	10456 bis 12160 M. 11308	10727 bis 12570 M. 11648	8670 bis 9900 M. 9285	
Belastung							
von 10 Zoll Länge und 1 Quadratzoll Querschnittfläche.							Bei zwei Balken von ein und derselben Holzart stehen die Tragkräfte mit den Längen im verkehrten — mit den Breiten und den Quadraten der Höhen im geraden Verhältniss.
602 bis 975	888	720	612 bis 862	504	608	690	
Pfunde							

Eigenschaften der nebenstehenden Holzarten		Nadelhölzer				Laub-		
		Tannen	Fichten	Schwarz-Föhren	Lärchen	Eichen	Rusten	Roth-Buchen
		Ein vertikaler Cylinder von 2 Zoll Höhe und 1 Zoll Durchmesser trägt						
Rückwirkende Festigkeit (dem Zerdrücken widerstehend)	frisch	4836	—	—	2697	3563	—	6512
	trock.	5542	4527	—	4701	5037	8701	7885
		Pfunde						
Natürliche Dauer		Ist im Trockenen sehr dauerhaft, weniger in beständiger Feuchtigkeit oder im Wind und Wetter; in abwechselnder Nässe und Trockenheit verdirbt es bald	Im Trockenen und in der Erde von grosser Dauer, weniger im Wind und Wetter oder in beständiger Feuchtigkeit. Im Trockenen schwindet u. reisst es jedoch leicht	Im Trockenen u. unter Wasser sehr dauerhaft, nicht so gut in abwechselnder Nässe und Trockenheit; hält sich besser, je harziger es ist	Hat überall eine ausserordentliche Dauer: in beständiger Nässe, der Witterung preisgegeben und im Trockenen; unter Wasser wird es steinhart	In der Erde, im Wind und Wetter, sowie unter Dach sehr dauerhaft; ganz unter Wasser von einer ausserordentlichen Dauer	Sowohl im Trockenen, in abwechselnder Nässe und Trockenheit und unter Wasser sehr dauerhaft	Unter Wasser äusserst dauerhaft, sonst verdirbt es bald, und zwar im Freien mehr durch Fäulniss, unter Dach durch den Wurm
		—	Im Wind und Wetter 40, in beständiger Nässe 50, im Trockenen 50 bis 75	Im Wind und Wetter 40 bis 80, in beständiger Nässe 70 bis 80, im Trockenen 60 bis 90	Im Wind und Wetter 40 bis 85, in beständiger Nässe 80, im Trockenen 95	Im Wind und Wetter 100	Im Wind und Wetter 60 bis 90, in beständiger Nässe 90, im Trockenen 80 bis 100	Im Wind und Wetter 10, in beständiger Nässe 70 bis 100, im Trockenen 20 bis 50

β. Das Eisen.

§. 337. Diese Materie wurde beim Geschützrohre in ihren drei Abstufungen — Gusseisen, Schmiedeisen und Stahl — sowohl in Beziehung der Arten derselben, ihres Vorkommens und ihrer Darstellung, als auch mit Rücksicht auf die Eigenschaften, welche sie für einen oder den andern Zweck mehr oder minder geeignet machen, in den §§. 6—12 in eingehender Weise besprochen; es bleibt hier nur zu erwähnen, dass die besondere Eignung des Gusseisens, Schmiedeisens und Stahls zur Erzeugung der Geschützgestelle, einzelner Theile derselben, oder zur Verstärkung der letzteren und ihrer Verbindung unter einander durch die eigenthümlichen Anforderungen bedingt ist, welche man an die Gestelle und ihre Theile stellen muss, sollen sie anders ihrem Zwecke genügen. Diese Anforderungen, welche sich aus der Besprechung von Punkt „3. Form, Konstruktion und Einrichtung des Gestelles etc." entnehmen lassen, kombinirt mit den Eigenschaften, welche den 3 genannten Materien zukommen, bedingen sonach die Wahl einer oder der anderen Abstufung des Eisens zur Erzeugung der Gestelle oder ihrer einzelnen Theile.

Die vorzugsweise Verwendung der oben genannten Abstufungen des Eisens bei der Erzeugung der Geschützgestelle wurde in den §§. 296—299 bereits berührt. Wir fügen dem dort Gesagten nur bei, dass

hölzer							
Weiss-Buchen	Birken	Eschen	Feld-Ahorn	Linden	Nussbaum	Birnbaum	Anmerkung
noch nachstehende Belastung ohne gedrückt zu werden oder zu brechen, u. z.							Bei zwei Pfeilern sind die Lasten, welche sie ohne zu brechen tragen können, den dritten Potenzen ihrer Durchmesser, getheilt durch die Quadrate ihrer Höhen, proportional.
3810	3818	7311	—	—	—	—	
6134	5402	7889	—	—	5596	3331	
Pfunde							
Der Witterung oder Feuchtigkeit ausgesetzt ist es von kurzer Dauer, dagegen ziemlich lang dauernd im Trockenen, obgleich es da gerne vom Nagekäfer heimgesucht wird	Hat unter allen Verhältnissen nureine kurze Dauer, es verstockt u. wird auch leicht von Würmern zerfressen	Im Trockenen ist es ziemlich dauerhaft, der Witterung ausgesetzt, in abwechselnder Feuchte und Trockenheit, sowie unter Wasser hat es geringe Dauer	Ist nur im Trockenen von Dauer	Im Trockenen ist es dauerhaft, in freier Witterung u. unter Wasser ist es nicht haltbar und verweset bald	Im Trockenen ist es sehr dauerhaft	Ist im Trockenen ziemlich dauerhaft	
Im Wind u. Wetter 10, im Trockenen 20 bis 60	Im Wind u. Wetter 15, im Trockenen 20 bis 30	Im Wind u. Wetter 15	—	—	—	—	Nebenstehende Zahlen drücken die Jahre aus, welche das Holz dauern soll, jedoch mit Inbegriff der Zeit, durch welche es schon vor der Verarbeitung gelegen.

der russische 4-Pfdr. bei Neuanfertigungen eine vom Artillerie-Komité angegebene eiserne Wandlaffete mit hölzernen Rädern und hölzerner Protze erhält, auf welche wir im §. 345 zurückkommen.

Bei hölzernen Gestellen dienen die Eisenbeschläge zur Beförderung der Haltbarkeit der Holztheile und Verhütung örtlicher Beschädigungen; ferner zum Zusammenhalten der Wände, zur Verbindung des Rohres, der Achse, der Richtmaschine und ihrer einzelnen Theile mit der Laffete, zum Festhalten der Räder an den Achsstängeln und ihrer Theile unter einander und zur Befestigung des Ladzeuges und Geschützzugehörs; endlich zur Verbindung der zur Bewegung und Fortschaffung des Geschützes dienenden Einrichtungen (Protzdocken, Schleppseilöhr, Avancirhaken, Sperrkette, Radschuh etc.) mit dem Gestelle.

§. 338. Was die Anwendung der übrigen Materien bei der Erzeugung der Gestelle betrifft, wie z. B. der Bronze, des Hartgusses etc., so wird hier von ihrer Besprechung abgesehen, nachdem dieselbe theils untergeordneter Natur ist und ihrer anderseits an den geeigneten Orten Erwähnung geschieht.

Wir bemerken hier nur, dass sich die Verwendung dieser Materien bei der Laffetirung zumeist auf das Beschläge, wie z. B. Schildpfannen, Protzlochbüchsen etc., weiters auf die Erzeugung von kleineren Bestandtheilen der Laffetirung wie z. B. Radbüchsen, Richtmaschinenspindeln, Bolzen u. s. w. beschränkt.

3. Form, Konstruktion und Einrichtung des Gestelles, sowie sonstige Eigenschaften desselben als Schiessgerüste und als Fuhrwerk.

§. 339. Wir haben schon im Eingange dieses Abschnittes gesagt, dass der vorzüglichste Zweck der Gestelle der ist, die sichere und vortheilhafte Bedienung, Handhabung und Bewegung der Geschützrohre zu ermöglichen, und daher ihre Form und Einrichtung, theils von dem eigenthümlichen Gebrauche, theils von der Art, der Grösse und dem Gewichte der Rohre abhängen.

Da sich nun die Gestelle in dieser Beziehung im Wesentlichen in die folgenden Gruppen sondern lassen, nämlich:

- α. In die Laffeten des Feldgeschützes, —
- β. in die Laffeten des Batterie-, Festungs- und Küstengeschützes und die ihnen entsprechenden Laffeten- oder Geschützunterlagen,
- γ. in die Schleifen der Mörser und die zugehörigen Bettungen, —
- δ. in die Rapperte des Schiffsgeschützes und die bei denselben in Anwendung stehenden Unterlagen, —
- ε. in die Laffeten des Gebirgsgeschützes, — und
- μ. in die Gestelle des Raketengeschützes, —

so wollen wir im Folgenden, um die Besprechung der Geschütz-Gestelle in obiger Beziehung übersichtlicher zu gestalten und derselben die möglichste Klarheit zuzuwenden, die Betrachtung dieser Gestelle in der eben angeführten Ordnung folgen lassen, und nur um dieselbe zu erleichtern, einigen wenigen Bemerkungen über die Gestelle im Allgemeinen vorangehend Raum geben.

Hölzerne und eiserne Laffeten kamen in Bezug ihrer Erzeugungsmaterie schon zur Sprache.

Die Wandlaffeten bestehen der Hauptsache nach aus 2 starken, durch mehrere Riegel (Bolzen) mit einander vereinigten Laffetenwänden, der Achse mit 2 Rädern, der Richtmaschine und bei einigen aus einem innerhalb der Wände angebrachten Laffetenkasten.

Die Wandlaffeten zerfallen je nach ihrer sonstigen Einrichtung und nach ihrem Gebrauche im Freien, hinter Brustwehren mit oder ohne Scharten, in hochgelegenen oder Küsten-Batterien, in Kasematten, auf Thürmen oder auf Schiffen: in Feld- (für glatte und gezogene Rohre, für Fuss- und Kavallerie-Geschütze, für Haubitzen etc.) und Batterie-, dann in Depressions-, Festungs- (Vertheidigungs-), hohe Wall-, Küsten-, Kasematt-, Thurm- und Schiffs-Laffeten.

Die gewöhnlichen Wandlaffeten (Feld- und Batterie-Laffeten) haben niedere, lange Wände und Speichenräder, und werden entweder auf dem natürlichen Boden oder auf einfachen hölzernen Unterlagen (Bettungen) gebraucht.

Die Festungs- (auch Vertheidigungs-) Laffeten bestehen zumeist aus 2 aufrechten Wänden (in welchen sich oben die Schildpfannen befinden) und 2 schiefgeneigten Strebewänden, dann, nebst den oben bei Wandlaffeten im Allgemeinen genannten Theilen, aus dem Durchzugsbalken; — sie können mit hohen oder niederen Rädern, und zwar entweder auf einfachen Bettungen blos mit einem Schleifbaume, oder auf gewöhn-

lichen, Küsten- oder Thurmrahmen gebraucht werden; gestatten das Rohr nach Bedarf hoch oder tief zu legen, und zugleich dem Geschütze die entsprechende Bewegung nach vor- und rückwärts, sowie nach der Seite zu geben, daher dasselbe je nach Umständen hinter tiefen oder hohen Scharten, hinter einer vollen Brustwehre, in Kasematten oder auf Thürmen zu gebrauchen, wodurch sie für jeden Standort in den verschiedenen Gebrauchsfällen des Vertheidigers geeignet erscheinen.

Die Depressions-Laffeten, welche höhere und kürzere Wände als die Batterie-Laffeten besitzen, müssen grosse Senkungswinkel zulassen, um von hoch gelegenen Batterien in die Tiefe schiessen zu können. Nach dieser Bestimmung und wesentlich nach der Grösse des erforderlichen Senkungswinkels richtet sich deren abweichende Einrichtung. Sie werden mit oder ohne Rahmen gebraucht.

Die hohen Wall- (auch Gribeauval'schen) Laffeten besitzen ebenfalls hohe und kurze Wände, sie werden beim Gebrauche auf eigene, um ihren vorderen Theil drehbare Rahmen (Bettungsrahmen, Châssis) gestellt und können auf diesen in eigenen Geleisen vor und zurück bewegt werden.

Die Kasematt-Laffeten haben in der Regel in Folge des beschränkten Raumes ihres Aufstellungsortes und der geringen Schartenhöhe niedere, zumeist auf Blockrädern ruhende, und noch kürzere Wände als die hohen Wall-Laffeten. Sie werden je nach ihrer Einrichtung mit oder ohne Rahmen gebraucht.

Die Thurm- und Küsten-Laffeten unterscheiden sich von den hohen Wall-Laffeten hauptsächlich nur durch die Einrichtung des Rahmens, auf welchem sie beim Gebrauche stehen; — bei den Thurm-Laffeten nämlich muss dieser so beschaffen sein, dass sich das Geschütz entweder um den Mittelpunkt des Thurmes herum drehen oder längs der kreisförmigen Brust bewegen und nach jedem Punkte richten, bei den Küsten-Laffeten aber, dass sich dem Geschütze eine grosse Seitenrichtung geben lässt.

Die Schiffs-Laffeten (Rapperte) haben kurze Wände und entweder 4 niedere Blockräder, mit welchen sie unmittelbar auf dem Verdecke stehen, oder aber sie sind ohne Räder und schleifen auf einem eigenen, entweder um den vorderen Theil oder um die Mitte drehbaren Rahmen (Schlitten). Uebrigens unterscheiden sich dieselben bezüglich ihrer Konstruktion auch noch vielfach nach der Geschützart, welcher sie zugehören, nach ihrer Verwendung auf grossen oder kleinen Fahrzeugen, ober oder unter Deck etc.

Die Block-Laffeten bestehen im Allgemeinen aus dem Blocke, 2 kurzen Wänden, einer Achse, 2 Speichenrädern und der Richtmaschine.

Die Mörserschleifen sind entweder hölzerne oder gusseiserne Block- oder Wandschleifen (bekanntlich ohne Räder) mit grossen untern Schleifflächen und starken kurzen Block-Wänden (welche durch Riegel verbunden sind) oder Blöcken (die meist aus 2—4 zusammengediebelten Stücken bestehen), um der bedeutenden Rückwirkung des Mörsers beim Wurfe einen genügenden Widerstand entgegen zu setzen.

Gebirgs-Laffeten sind eiserne, seltener hölzerne Wand- oder Block-Laffeten von eigenthümlicher Konstruktion (theilweise auch leicht zerlegbar), gewöhnlich ohne Protze, mit oder ohne Gabeldeichsel. Gebirgs-Laffeten müssen vorangehend leicht, einfach und dauerhaft sein.

Die Raketengestelle haben zumeist die Form eines gewöhnlichen Dreifuss-Stativs, mit oder ohne Verlängerungsfüssen, auf welchem ein Lauf (Führungshülse, Cylinder) für das Geschoss, mit einer Richt- und Abfeuerungsvorrichtung, aufgesetzt ist, und sind entweder ganz oder zum Theil (mit Ausnahme des Fussgestelles, welches meist von Holz ist) aus Eisen erzeugt.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen übergehen wir nun zur Besprechung der einzelnen Geschützgestelle in der oben angegebenen Ordnung.

α. Laffeten des Feldgeschützes.

Allgemeine Betrachtung der wesentlichsten Feldlaffeten-Systeme.

§. 340. Diese Systeme sind im Allgemeinen hölzerne oder eiserne Wand- oder Blocklaffeten-Systeme, welche sich überdies noch darnach unterscheiden, ob bei selben ein Vordergestelle (Protze) in Anwendung kömmt oder nicht.

Nach der Verbindung der Laffete mit der Protze unterscheidet man: Unabhängigkeits-, Balancir- und Reibscheit-Systeme; — ausserdem solche mit Stangen- oder Gabeldeichsel, mit Laffeten- und Protzkasten; — ferner, nach dem Konstrukteur, solche: von Lichtenstein (Oesterreich), Congreve, Blackely (England), Gribeauval (Frankreich), Zoller (Baiern), Wrede, Engström (Schweden), Müller (Schweiz), Riggenbach u. s. w.; — schliesslich nach dem Jahre ihrer Einführung: in Oesterreich das System v. J. 1858, 1863, — in Preussen jenes v. J. 1842, 1856, 1864 — in Frankreich jenes v. J. 1858, — in England jenes v. J. 1859, — in Russland jenes v. J. 1864 etc. etc.

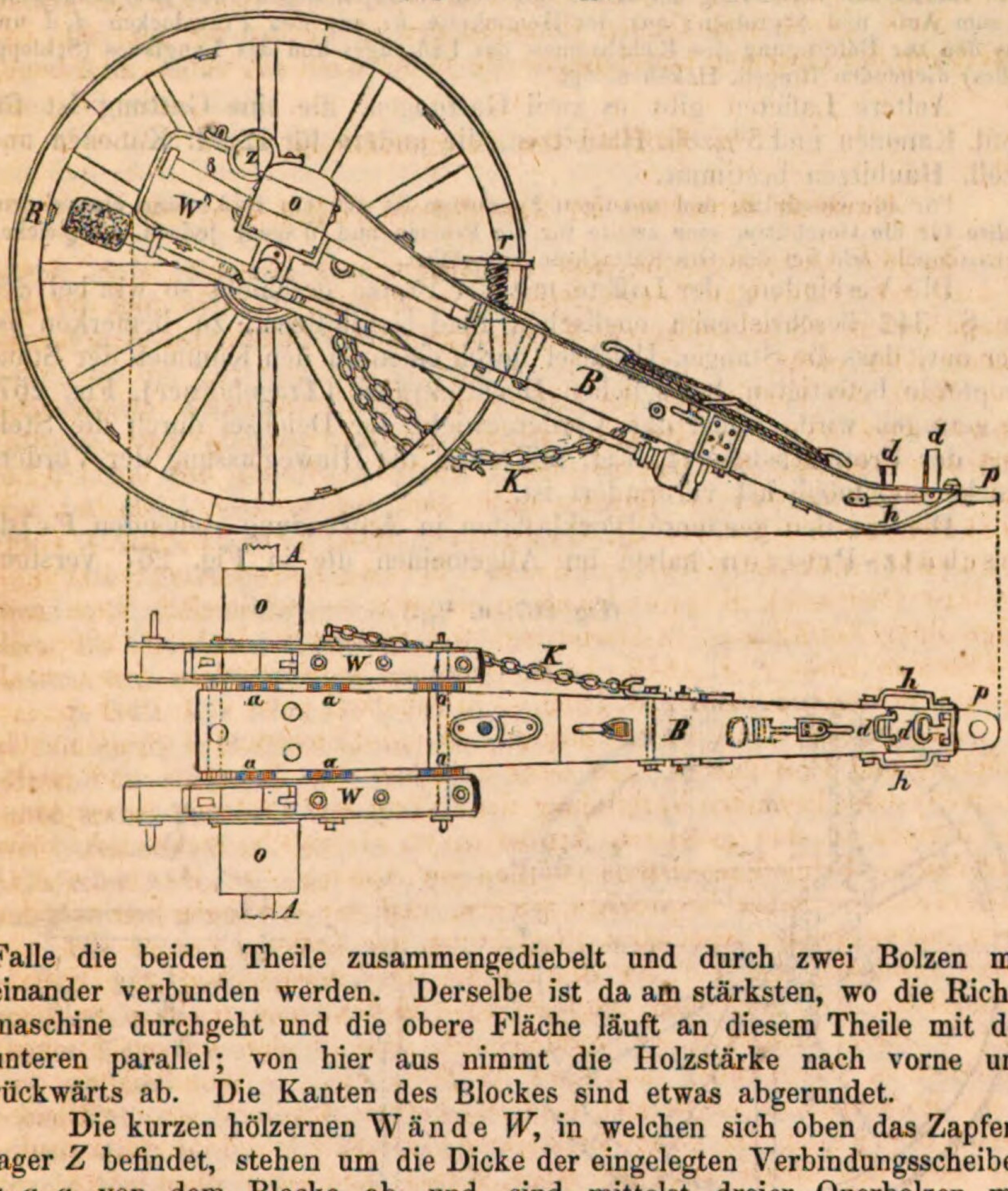
In Oesterreich ist das hölzerne Wand-(Zweiwand-) System, mit Laffeten- und Protzkasten, und einer zwischen dem Balancir- und Reibscheit-Systeme liegenden Verbindung der Laffete und Protze in Anwendung. Die übrigen in den grösseren Artillerien im Gebrauche stehenden, oben bezeichneten Feldlaffetensysteme werden im Anhang — „Fremde Artillerien“ — näher besprochen werden, und wir erwähnen hier von der ihnen zukommenden speciellen Einrichtung der Laffeten nur so viel, als nöthig erscheint, um bei der Betrachtung des österreichischen Feldlaffetensystems die gebotenen vergleichenden Reflektionen machen zu können; — dabei bemerken wir vorangehend, dass in der österreichischen, preussischen, baierischen, russischen Artillerie etc. — Wandlaffeten; — in der französischen, englischen, niederländischen Artillerie etc. — Blocklaffeten üblich sind. Die neuere italienische Feldlaffete bildet ihrer Konstruktion nach das Mittel zwischen einer Wand- und einer Blocklaffete, ein gleiches gilt nahezu von den schwedischen Feldlaffeten. Eiserne Feldlaffeten kommen bis nun zu (ausser den in den §§. 296 und 297 genannten) nur in seltenen Fällen in Anwendung, so hat z. B. England bei seiner Kolonial-Artillerie, Russland bei seiner Artillerie im Kaukasus und seinen 4pfd. gez. Feldkanonen (System 1864) eiserne Laffeten in Verwendung.

§. 341. Die älteren Blocklaffeten der französischen Feldgeschütze bestehen, so wie die neuern, von welchen in Fig. 266 die 4pfd. Feldlaffete für gezog. Rohre dargestellt ist, aus dem Blocke *B*,

aus zwei kurzen Wänden *W*, aus einer eisernen Achse *A A*, aus zwei Speichenrädern *R* und aus der Richtmaschine *r*.

Der Block *B* hat die aus Fig. 266 ersichtliche Form. Er wird aus einem oder aus zwei Holzstücken angefertiget, in welch' letzterem

(Fig. 266, n. 1/24.)



Falle die beiden Theile zusammengediebelt und durch zwei Bolzen mit einander verbunden werden. Derselbe ist da am stärksten, wo die Richtmaschine durchgeht und die obere Fläche läuft an diesem Theile mit der unteren parallel; von hier aus nimmt die Holzstärke nach vorne und rückwärts ab. Die Kanten des Blockes sind etwas abgerundet.

Die kurzen hölzernen Wände *W*, in welchen sich oben das Zapfenlager *Z* befindet, stehen um die Dicke der eingelegten Verbindungsscheiben *a*, *a*, *a* von dem Blocke ab und sind mittelst dreier Querbolzen mit letzterem verbunden.

Die eiserne Achse und die Räder unterscheiden sich nicht wesentlich von den bei den Wandlaffeten beschriebenen; zu bemerken ist, dass die Räder 14 Speichen und 7 Felgen und einen Durchmesser von nahe 50″ (W. M.) haben, und dass auf der Achse, so wie bei den österreichisch. Feldlaffeten des Systems v. J. 1860, 2 eis. Kästchen zur Aufnahme von Kartätschenmunition angebracht sind.

Die Richtmaschine *r* ist eine einfache Richtschraubenmaschine, deren Mutter in dem Blocke eingelassen ist.

Der **Beschlag** dieser Laffeten besteht hauptsächlich: aus den Schildpfannen, deren Verlängerung die Wände oben und an der Stirne bedeckt; aus dem Schwanzbleche, welches den Laffetenschwanz von unten umgibt und mit dem Protzringe (Protzöse) *p* zusammengeschweisst ist; aus den bereits erwähnten Querbolzen zur Verbindung der Wände mit dem Blocke und aus mehreren Wandbolzen zur Befestigung der Laffetenbleche; ferner aus 3 Achspfannen, von welchen zwei unter den Wänden und eine unter dem Blocke zur Verbindung der Achse mit dem letzteren liegen; aus zwei Handhaben *h* zum Auf- und Abprotzen; aus der Hemmkette *k*; aus den Protzdocken *d, d* und aus den zur Befestigung des Richtbaumes, des Ladzeuges und des Langtaues (Schleppseiles) dienenden Ringen, Haken u. dgl.

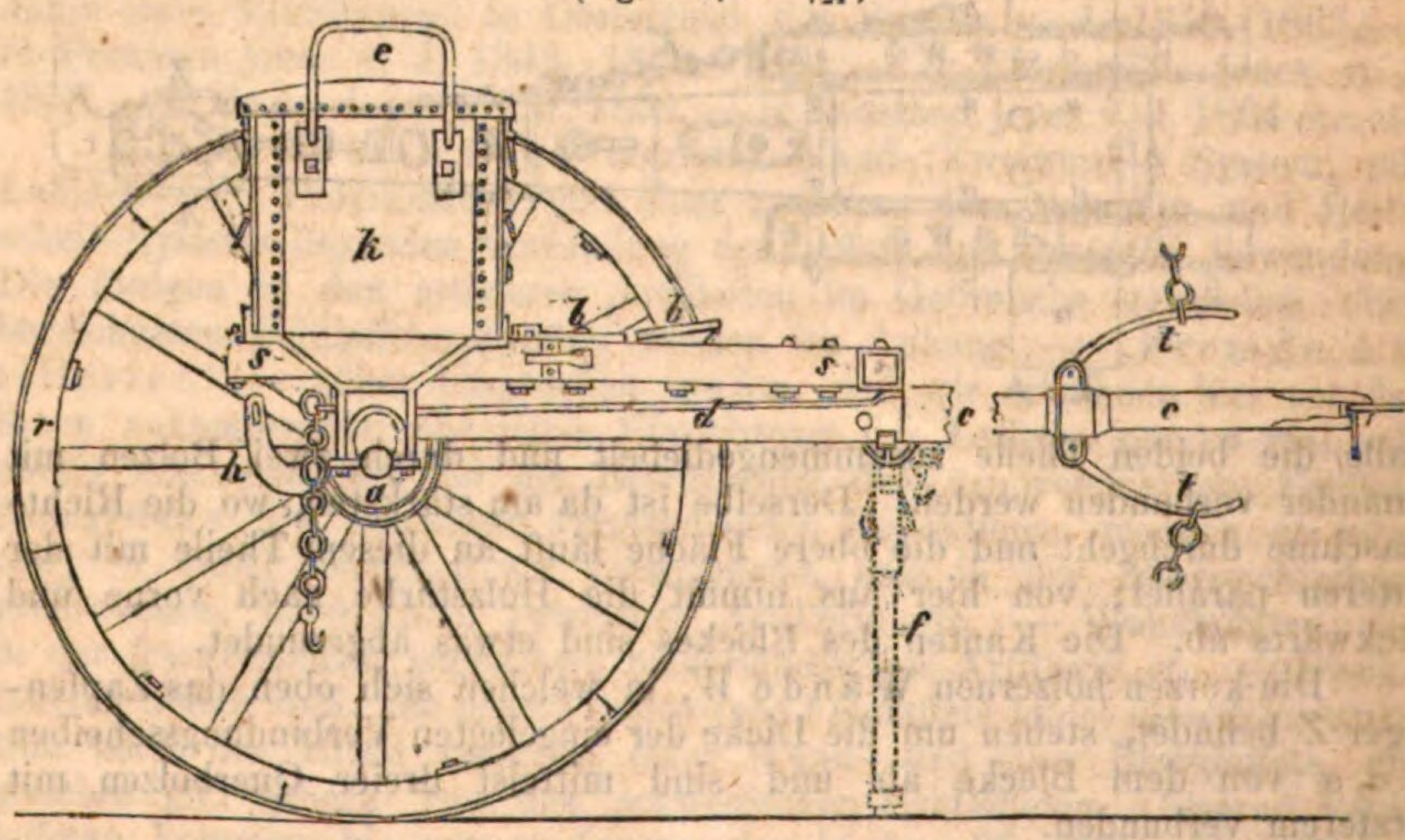
Aeltere Laffeten gibt es zwei Gattungen, die eine Gattung ist für 8pfd. Kanonen und 5½zöll. Haubitzen, die andere für 12pfd. Kanonen und 6zöll. Haubitzen bestimmt.

Für alle Geschütze und sonstigen Fahrzeuge ist nur ein Rad, dann eine eiserne Achse für die Geschütze, eine zweite für die Protzen und Wagen, jedoch mit gleichen Achsstengeln wie bei den Geschützachsen eingeführt.

Die Verbindung der Laffete mit der Protze geschieht so wie bei den im §. 342 beschriebenen englischen Feld-Geschützen; zu bemerken ist hier nur, dass die Stangen-Deichsel durch einen an den Kummet der Stangenpferde befestigten, beweglichen Deichselträger (Tragehörner), Fig. 267, *t t* getragen wird, wobei das Vordergewicht der Deichsel durch die Stellung des Protz-Kastens (*k*, Fig. 267) und die Hinweglassung der Vorderbracke etc. möglichst vermindert ist.

Die bei den genannte Blocklaffeten in Anwendung stehenden **Feldgeschütz-Protzen** haben im Allgemeinen die in Fig. 267 versinn-

(Fig. 267, n. 1/21.)



lichte Einrichtung der neueren 4pfd. Feldprotze; nur sind erstere im Unterbau etwas verschieden, wie aus der folgenden Besprechung hervorgeht. Diese Protzen dienen nebstbei auch für alle anderen Fuhrwerke des Feldgeschützes.

Das **Untergestell** dieser Protzen besteht aus zwei Speichenrädern *r* von ganz gleicher Grösse und Beschaffenheit wie jene der Laffete; aus einer eisernen Achse *a a* mit Achsfutter; aus zwei Seitenstreben *s s*; zwei Fussbrettern *b b*; der Deichselscheere *d d*; der Stangendeichsel *c*;

der Deichselstütze *f* und dem rückwärts der Achse angebrachten Protzhaken *h*.

Der Kasten *k* mit den Seitenlehnen *e* ist in seinen äusseren Abmessungen für alle Fahrzeuge gleich; er steht mit seiner Mitte hinter der hinteren Fläche des Achsfutters und verdeckt den Protzhaken; der Deckel des Kastens dient bei dem Fussgeschütze zugleich als Sitz.

Bei der Protze ist die Hinterwage, wegen Erhalt eines grösseren Zugwinkels, unter der Stangendeichsel angebracht. Die Geleisweite beträgt nahe 58 wien. Zolle.

Die neueren französischen Feldgeschütz-Laffeten sind von den eben beschriebenen nur wenig verschieden; dies gilt besonders von der Laffete der 12pfd. Kanonen-Haubitze vom J. 1853.

Die für die 4pfd. gezog. Feldkanone bestimmte Blocklaffete, Fig. 266, ist mit einer Richtmaschine *r* versehen, welche dem Rohre eine Elevation von 16 und eine Senkung von 5 Graden zu geben gestattet; auf der obern Fläche der schmiedeisernen Achse *A A* (ohne Achsfutter), zu beiden Seiten an die äusseren Flächen der Laffetenwände anschliessend, befinden sich eiserne Kästchen *o o* zur Aufnahme von 2 Büchsenkartätschen, 2 Patronen und einigem Geschützzugehör. Die Räder *R* an der Laffete und Protze sind gleich und haben 54·3″ (W. M.) Durchmesser. Das Geleise ist gleich der Radhöhe.*) Das Gewicht der Laffete beträgt 764 Pfd. (W. G.), ohne Geschützzugehör 690 Pfd.

Die zugehörige Protze, Fig. 267, welche gleichzeitig bei den entsprechenden Munitionsfuhrwerken als Vordergestelle in Anwendung steht, hat einen als Sitz für 3 Mann und zum Fortbringen von Munition bestimmten Kasten, und wiegt beladen 918 Pfd. (W. G.).

§. 342. Die ältere Laffete der englischen Feldgeschütze ist mit geringen Modifikationen die von Congreve im J. 1802 eingeführte hölzerne Blocklaffete; sie unterscheidet sich von der im Früheren beschriebenen französischen Blocklaffete (Fig. 266) blos darin, dass bei ersterer, wie bereits erwähnt, zwischen den Wänden und den Rädern auf dem Achsfutter kleine Kasten zur Aufnahme von Bedienungsgeräth und einiger Munition angebracht sind.

Die Protze gleicht ebenfalls der im Vorhergehenden geschilderten, in Fig. 267 versinnlichten französischen Protze; dieselbe hat jedoch 2 Munitionskasten, zwischen welchen bei 12pfd. Geschützen noch ein dritter kleiner Kasten zur Aufnahme von Granatkartätschen angebracht ist, und eine aus zwei beweglichen Stangen bestehende Gabeldeichsel. In gewöhnlichen Fällen geht das die Deichsel tragende Stangenpferd innerhalb derselben; doch lassen sich ihre Stangen auch so herrichten, dass die Pferde einzeln hinter einander angespannt werden können.

Bei den Laffeten und Protzen kommen eiserne Achsen und gleich hohe Räder vor, welch' letzteres wohl den Vortheil der Materialvereinfachung, aber auch Nachtheile zur Folge hat.

Von den Achsen und Rädern sind je 2, blos in ihrem Gewichte verschiedene Gattungen mit der Bestimmung eingeführt, dass die leichten 6pfd. und die schweren

*) Die hier gemachten Zahlen-Angaben sind dem „Aide mémoire de Campagne, 1864," entnommen; andere sonst sehr verlässliche Daten geben die Geleisweite mit $58^1/_2$″ und das Gewicht der gepakten Protze mit nahe 750 Pfd. an.

3pfd. Kanonen, dann die 12pfd. Haubitzen, so wie alle zu diesen Geschützen gehörigen Fuhrwerke sogenannte 6pfd. Achsen und leichte Räder, hingegen alle übrigen Geschütze und Fuhrwerke 9pfd. Achsen und schwere Räder erhalten.

Diese Einfachheit in der Verwendung der Achsen und Räder wird noch dadurch nicht unbedeutend befördert, dass nach einer in neuerer Zeit ergangenen Anordnung die 6pfd. Achsen gleiche Achsstengel wie die 9pfd. erhalten, und dass das schwere Rad auch bei den zuerst genannten Geschützen und Fuhrwerken angewendet werden soll.

Der Durchmesser aller Räder beträgt 58; die Geleisweite nahe 60 wiener Zolle.

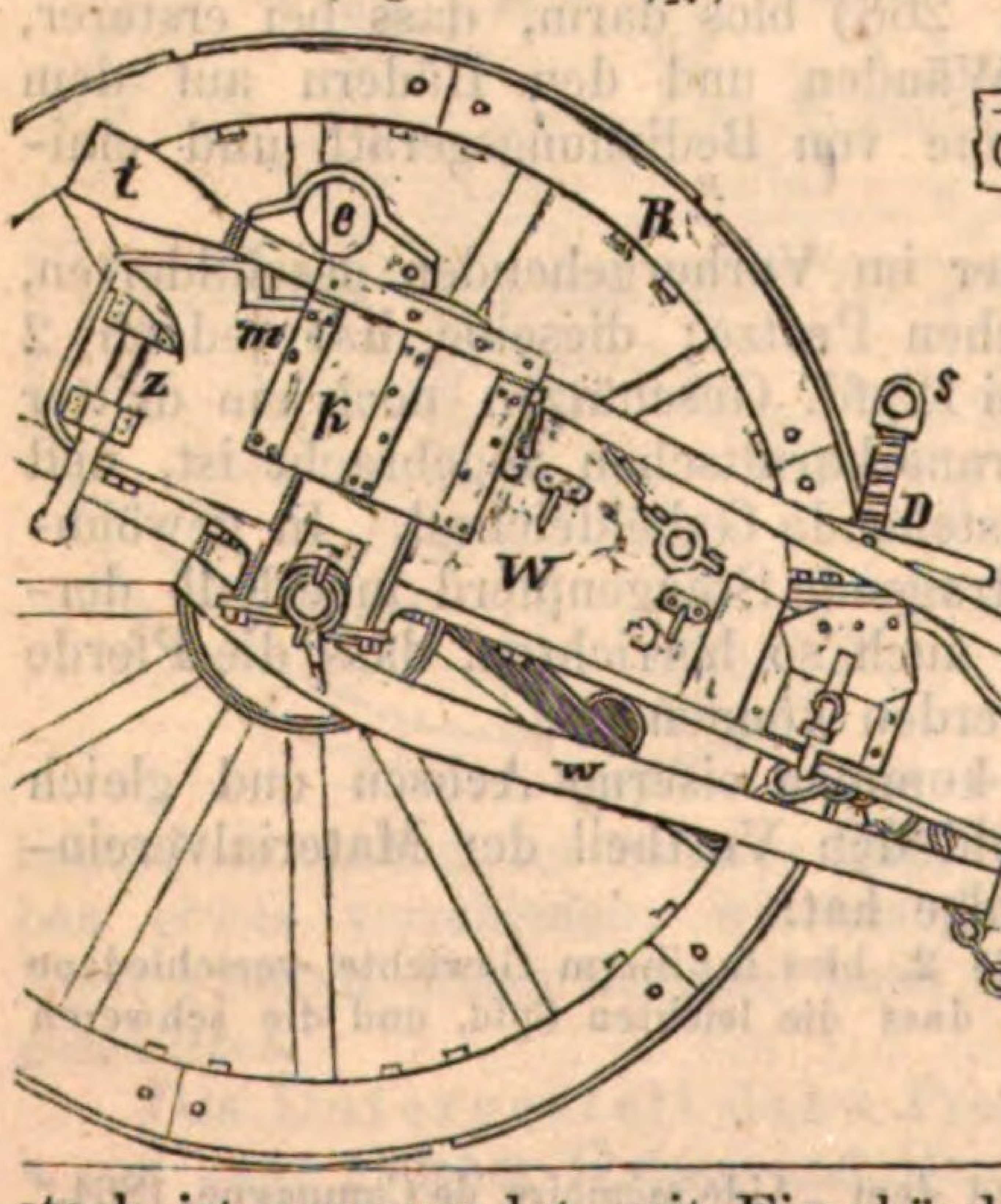
Die Verbindung der Laffete mit der Protze geschieht auf die bei Blocklaffeten übliche Weise mittelst der durch das Schwanzblech mit dem Protzstock (Laffetenschwanz) verbundenen Protzöse (*p*, Fig. 266) und des rückwärts der Protzachse angebrachten Hakens (*h*, Fig. 267). Da bei dieser Einrichtung fast gar kein Gegengewicht für die Deichsel, besonders bei leeren Protzkästen stattfindet, so steht, wie oben erwähnt, bei diesen Geschützgestellen eine Gabeldeichsel in Anwendung. Sie gewährt den Vortheil einer fast unbegrenzten Deichselfreiheit und Biegsamkeit des Fuhrwerkes, verleiht dem Vorder- und Hintergestelle eine vollkommene Unabhängigkeit von einander, weshalb diese Konstruktion und Verbindungsweise auch mit dem Namen „Unabhängigkeitssystem" belegt wird; — doch werden diese grossen Vortheile zum Theile durch die Nachtheile aufgewogen, welche sie begleiten, und auf welche wir im Folgenden eingehender zurückkommen.

Von den neueren Feldlaffeten der englischen Artillerie, welche im wesentlichen den eben besprochenen ähnlich sind, bemerken wir hier nur das Nachstehende:

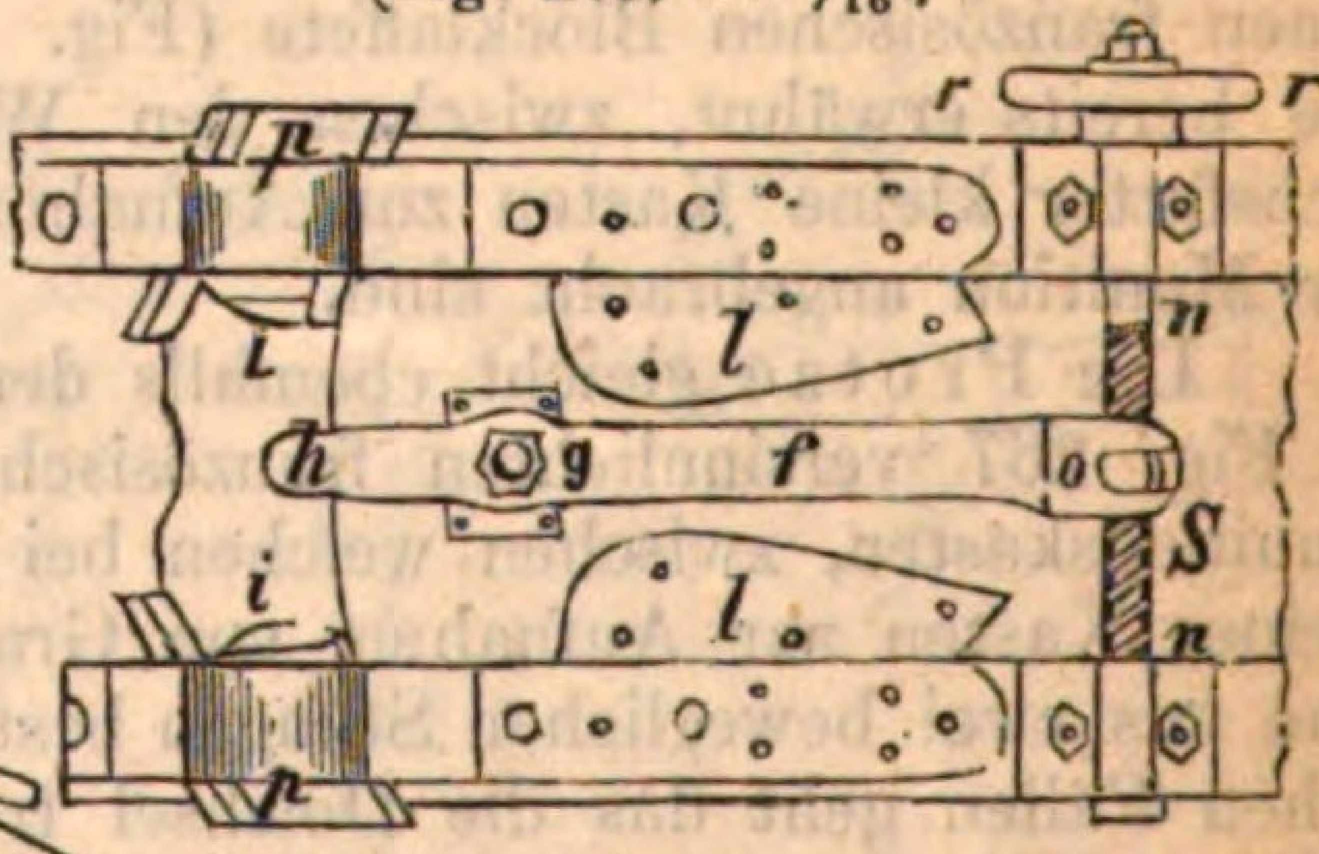
Die 12pf. Feldlaffete, Fig. 268, hat als Theile:

Einen hölzernen Block *B*, 8½' lang, vorn 10" breit, und ebenso hoch, rückwärts, wo er den Protzstock bildet, 5" breit, 7" hoch. Der Protz-

(Fig. 268, n. 1/24.)



(Fig. 269, n. 1/16.)



stock ist ausgerundet, mit Eisenbändern beschlagen, hat an beiden Seiten eis. Handhaben *a*, oben eine Richtdocke *b*, rückwärts einen Protzring *c*.

Bayerische Staatsbibliothek München

Inv. № 36465
Lorenz L...
Buchbinderei
München

Bei dem Verleger dieses Buches sind ferner erschienen:

Einige Ansichten über leichte Reiterei.

Von **Robert Byr.** — Preis 50 kr. oder 10 Ngr.

Handbuch für die Kavallerie-Mannschafts-Schulen

mit besonderer Berücksichtigung der Unterofficiers-Pflichten.

II. Auflage. Durchgesehen und nach den neuesten Vorschriften umgearbeitet von **Robert Byr.** — Preis fl. 1.34 oder 27 Ngr.

Cantonirungs-Bilder

von **Robert Byr.** — 2 Bände. Preis fl. 2 oder Rthlr. 1 10 Ngr.

ZUR MILARES!

Neue Geschichten für das Militär und seine Freunde von **Julius Ebersberg.** — Preis fl. 2 oder Rthlr. 1 10 Ngr.

Militärisches

Taschenbuch für Officiere jeder Waffengattung.

Enthaltend: Terrainlehre, Felddienst, Pionnierdienst, Feldbefestigung, militärische Aufnahme, Waffenlehre.

Unter Mitwirkung mehrer Officiere herausgegeben von **A. B. Gavenda**, k. k. Hauptmann. — Mit 134 Holzschnitten. Preis fl. 3.72 oder Rthlr. 2 10 Ngr.

Handbuch der militärischen Stylistik.

Dritte auf Grund des hohen Armeebefehls vom 20. Juli 1861 und der vom hohen k. k. Kriegsministerium herausgegebenen Bestimmungen über die Vereinfachung des militärischen Geschäftsbetriebes und der Correspondenz bearbeitete Auflage von **A. B. Gavenda**, k. k. Hauptmann. — Preis fl. 1.80 oder Rthlr. 1.5 Ngr.

Sammlung

aller auf die

Haupt-Momente des Krieges

der Oesterreicher gegen Piemont und dessen Verbündete in den Jahren 1848 und 1849 Bezug habenden Armeebefehle, Bulletins, Berichte, Conventionen, Capitulationen und Waffenstillstandsverträge.

In chronologischer Reihenfolge von **A. B. Gavenda**, k. k. Hauptmann. — Preis 64 kr. oder 12 Ngr.

Druck und Papier von Carl Bellmann in Prag.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bastien, Johann

Artillerie-Schule Lehrbuch der gesamten Artillerie-Wissenschaft

Prag 1865

App.mil. 223 f
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10256307-6